

## MUȘCHII ABDOMENULUI

Peretele anterior al cavității abdominale este format dintr-o zonă extinsă ce nu conține oase protectoare. Astfel, straturi întinse și subțiri de mușchi se găsesc în peretele abdominal pentru a ajuta la conținerea viscerelor abdominale și la flexia trunchiului. O linie numită **linia albă**, se întinde pe linia mediană a peretelui abdominal, de la apofiza xifoidă la simfiza pubiană. Linia albă este constituită în principal din țesut conjunctiv, fără mușchi, nervi sau vase mari de sânge.

Unul dintre mușchii importanți ai peretelui abdominal este **dreptul abdominal** (Figura 9.11). Dreptul abdominal este un mușchi lung, lat, asemănător unei benzi, situat pe fiecare parte a liniei albe. Leagă oasele pubiene de coaste și stern și, împreună cu alți mușchi abdominali, comprimă cavitatea abdominală, ajutând și la flexia coloanei vertebrale. Originea lui este pe creasta pubiană, iar inserția este pe apofiza xifoidă.

Un alt mușchi important este **oblicul extern**. Oblicul extern este un mușchi superficial și extins, asemănător unei fâșii, ce pornește de la ultimele opt coaste inferioare și se întinde în jos și medial. Se inseră printr-o aponevroză pe linia albă și pubis. Oblicul extern comprimă peretele abdominal. Un al treilea mușchi abdominal este **oblicul intern**. Acest mușchi constituie stratul mijlociu al celor trei straturi musculare, care sunt situate lateral de dreptul abdominal. Fibrele lui au o direcție aproape perpendiculară față de cele ale oblicului extern. Oblicul intern are originea pe creasta iliacă și inserția pe cartilajele coastelor inferioare, dar și pe linia albă și pe creasta pubiană.

Cel mai profund dintre cei trei mușchi dispuși lateral de dreptul abdominal, este **transversul abdominal**. El are originea pe coastele inferioare și pe apofizele vertebrelor lombare și inserția pe linia albă și pe creasta pubiană. Funcția lui este de a contracta peretele abdominal. În plus, el contribuie la flexia trunchiului și la expirul forțat prin împingerea diafragmului în sus.

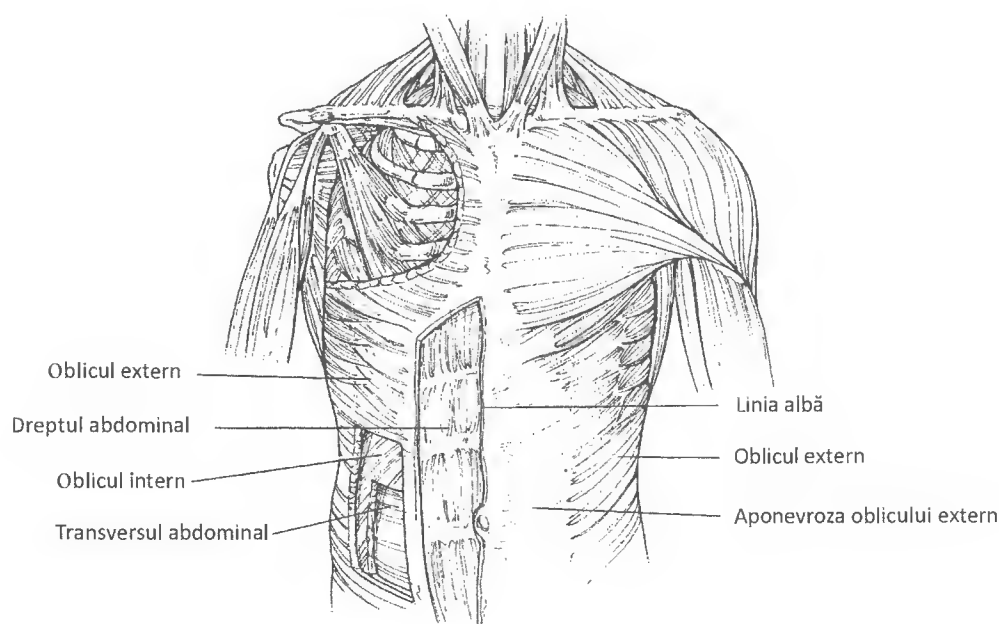


FIGURA 9.11 Cei mai importanți mușchi ai peretelui abdominal.

## MUȘCHII RESPIRAȚIEI

Actul respirator are două faze: inspirul, în timpul căruia toracele se expansionează și aerul intră în plămâni, și expirul, în timpul căruia toracele se relaxează și aerul iese din plămâni. Cei mai importanți mușchi inspiratori includ **diafragmul** și **mușchii intercostali externi**. Inspirul mai profund implică mușchi precum pectoralul mare și trapezul. În timpul expirației, mușchii implicați sunt oblicul intern, oblicul extern, transversul abdominal și dreptul abdominal. Totuși, expirația este în general un proces pasiv, ce urmează relaxării mușchilor inspiratori.

**DE REȚINUT**  
Respirația relaxată implică diafragmul și mușchii intercostali externi.

## MUȘCHII PELVISULUI

Mușchii pelvisului contribuie la formarea pereților și a planșeului pelvin. Doi dintre cei mai importanți mușchi care participă la formarea planșeului pelvin sunt ridicătorul anal și coccigianul.

**Ridicătorul anal** este un mușchi pereche, care își are originea pe pereții pelvisului, la nivelul pubisului și al ischionului. Fiecare mușchi se inseră pe mușchiul de pe partea opusă formând un **rafeu**, în care fibrele musculare se împletesc; acest rafeu se termină posterior sub forma unei bandete (Figura 9.12) care se inseră pe coccis. Acest mușchi susține organele pelvine.

**Mușchiul coccigian** este un mușchi mic, în formă de evantai, care asistă ridicătorul anal. Are originea pe spina ischionului și se inseră pe coccis, ajutând la susținerea organelor pelvine.

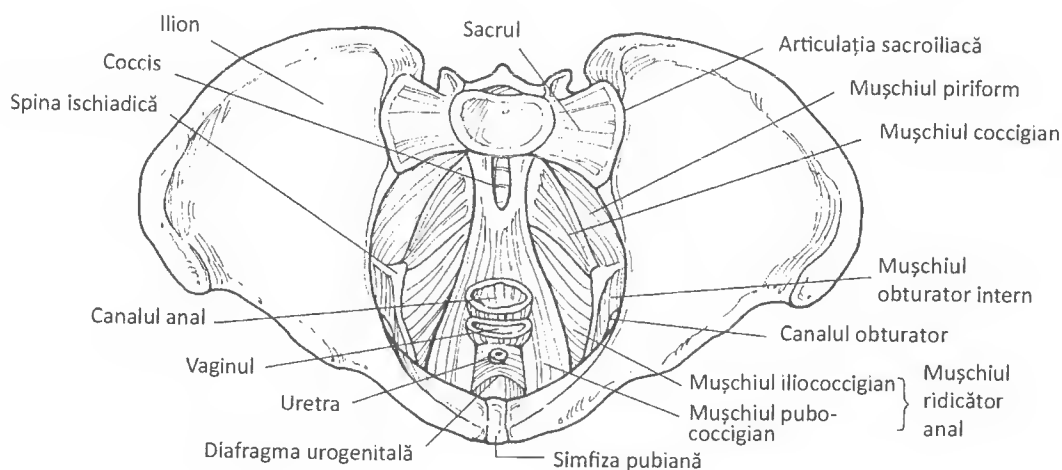
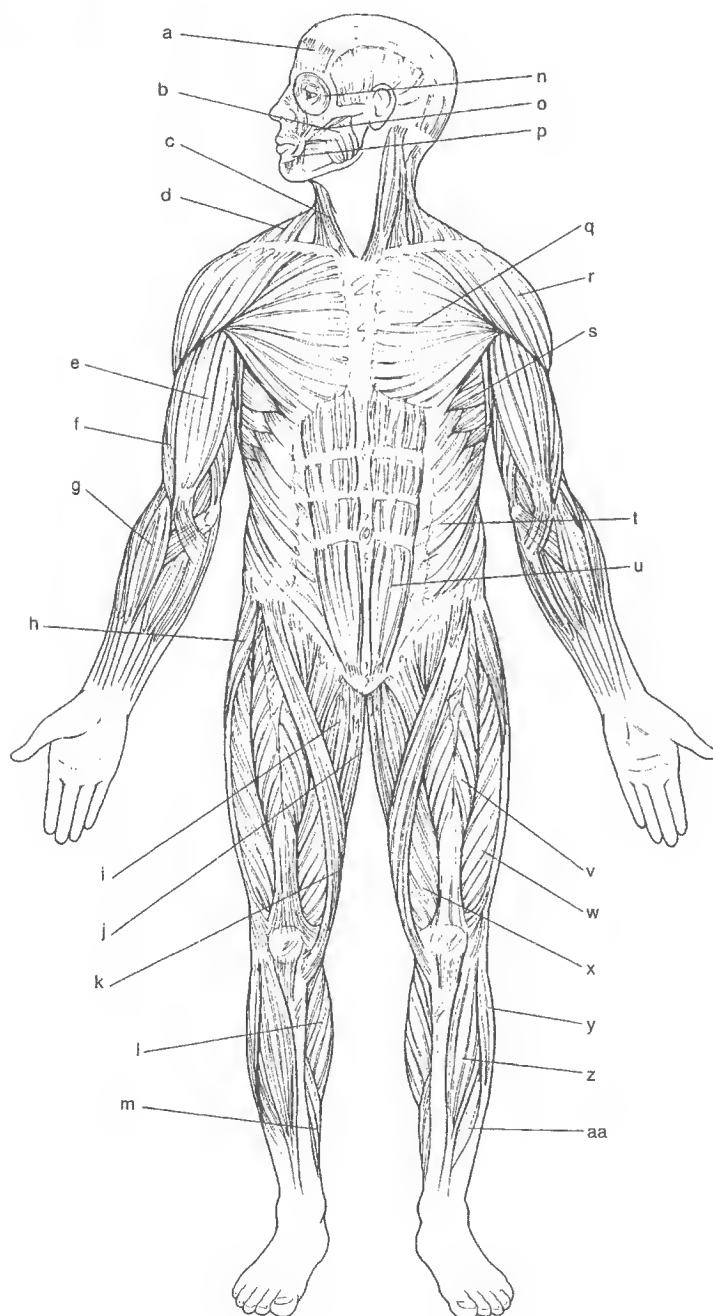


FIGURA 9.12 Mușchii profunzi ai pelvisului feminin.



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare mușchilor.



- \_\_\_ 1. Adductorul lung
- \_\_\_ 2. Bicepsul brahial
- \_\_\_ 3. Brahialul
- \_\_\_ 4. Brahioradialul
- \_\_\_ 5. Deltoidul
- \_\_\_ 6. Extensorul lung al degetelor
- \_\_\_ 7. Oblicul extern
- \_\_\_ 8. Frontalul
- \_\_\_ 9. Gastrocnemianul
- \_\_\_ 10. Gracilis
- \_\_\_ 11. Maseterul
- \_\_\_ 12. Orbicularul ochiului
- \_\_\_ 13. Orbicularul gurii
- \_\_\_ 14. Pectoralul mare
- \_\_\_ 15. Peronierul lung
- \_\_\_ 16. Dreptul abdominal
- \_\_\_ 17. Dreptul femural
- \_\_\_ 18. Croitorul
- \_\_\_ 19. Dințatul anterior
- \_\_\_ 20. Solearul
- \_\_\_ 21. Sternocleido-mastoidianul
- \_\_\_ 22. Tensorul fasciei late
- \_\_\_ 23. Tibialul anterior
- \_\_\_ 24. Trapezul
- \_\_\_ 25. Vastul lateral
- \_\_\_ 26. Vastul medial
- \_\_\_ 27. Zigomaticul

FIGURA 9.13

*Identificați corect literele corespunzătoare mușchilor.*

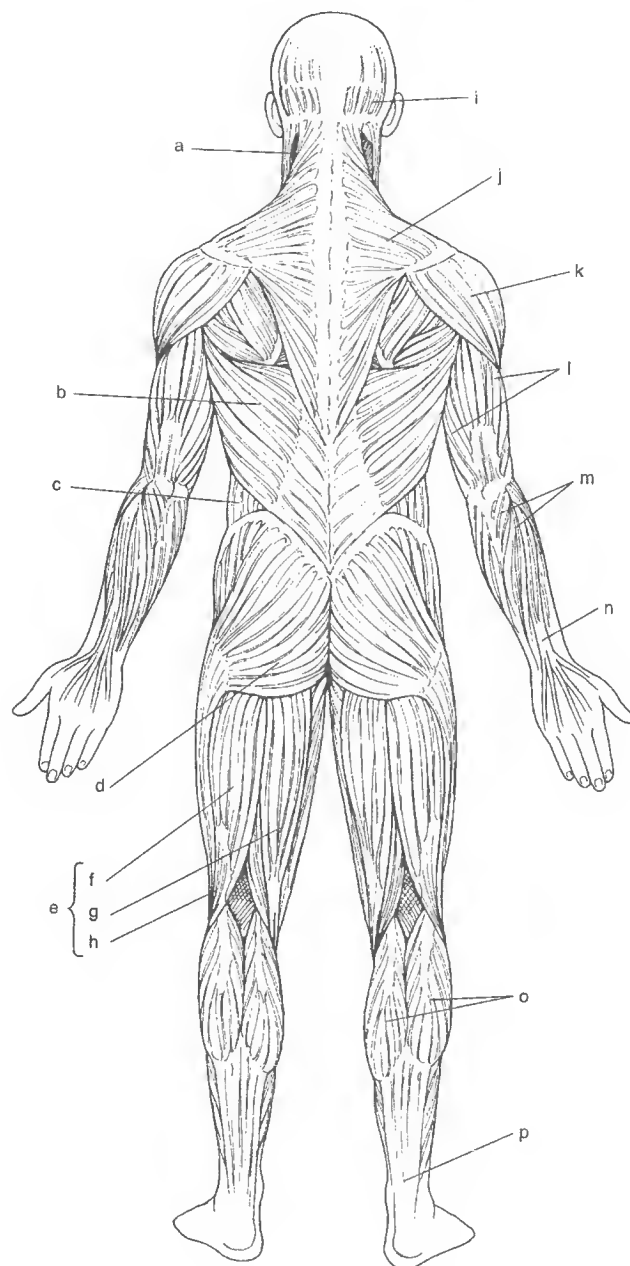


FIGURA 9.14

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| ___ 1. Bicepsul femural                        | ___ 9. Grupul mușchilor poplitei |
| ___ 2. Tendonul calcanean                      | ___ 10. Dorsal mare              |
| ___ 3. Deltoidul                               | ___ 11. Occipitalul              |
| ___ 4. Grupele extensoare și flexoare carpiene | ___ 12. Semimembranosul          |
| ___ 5. Extensorul degetelor                    | ___ 13. Semitendinosul           |
| ___ 6. Oblicul extern                          | ___ 14. Sternocleidomastoidianul |
| ___ 7. Gastrocnemianul                         | ___ 15. Trapezul                 |
| ___ 8. Fesierul mare                           | ___ 16. Tricepsul brahial        |



**SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Tendoanele care atașează mulți mușchi la oase sunt compuse din \_\_\_\_\_.
2. Benzile largi, late, și subțiri de țesut conjunctiv care atașează mușchii sau fascia altor mușchi la oase sunt denumite \_\_\_\_\_.
3. Mușchii prim motori se mai numesc și \_\_\_\_\_.
4. Mușchii ce acționează în opoziție cu mușchii prim motori se mai numesc și \_\_\_\_\_.
5. Mușchiul lat, zimțat, care trage scapula și extremitatea superioară în afară este \_\_\_\_\_.
6. Trapezul este un mușchi lat, triunghiular, aflat de-a lungul spatelui, cu originea pe osul occipital și apofizele mai multor vertebre și cu inserția pe claviculă și pe \_\_\_\_\_.
7. Mușchiul ce extinde brațul și acționează antagonist pectoralului mare este \_\_\_\_\_.
8. Mușchiul care acoperă umărul și abduce brațul, cu originea pe scapulă și claviculă și inserția pe humerus este \_\_\_\_\_.
9. Cel mai superficial mușchi anterior al brațului, cu două capete de origine este \_\_\_\_\_.
10. Tricepsul brahial are originea prin trei capete la nivelul humerusului, scapulei și claviculei, iar inserția pe ulnă pe un reper osos numit \_\_\_\_\_.
11. Mușchiul brațului responsabil de flexia brațului din cot este \_\_\_\_\_.
12. Mușchiul supinator produce rotația antebrăului astfel încât palma să fie îndreptată spre \_\_\_\_\_.
13. Antebrăul este rotit medial de către pronatorul rotund și \_\_\_\_\_ pronator.
14. Flexia degetelor este determinată de flexorul radial al carpului și de flexorul \_\_\_\_\_ al carpului.
15. Acțiunea ce permite policelui să atingă vârfurile celorlalte degete este cunoscută ca \_\_\_\_\_.
16. Fiecare deget este deservit de mușchii mâinii și mușchii lungi ai \_\_\_\_\_.
17. Mușchiul care unește extremitatea inferioară de scheletul axial pentru a produce flexia coapsei și flexia trunchiului este \_\_\_\_\_.

## 212 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

18. Mușchiul iliac are originea în fosa iliacă a ilionului și inserția pe trohanterul mic al \_\_\_\_\_.
19. Pentru încrucișarea picioarelor se utilizează mușchiul cunoscut sub denumirea de \_\_\_\_\_.
20. Grupul muscular mare, cu patru capete, al feței anterioare a coapsei este \_\_\_\_\_.
21. Fibre din dreptul femural, vastul lateral și alți doi mușchi, converg pentru a se insera la nivelul \_\_\_\_\_.
22. Mușchiul aparținând grupului mușchilor poplitei, care extinde coapsa și flectează gamba, se numește \_\_\_\_\_.
23. Mușchiul tendinos aparținând grupului mușchilor poplitei, care flectează gamba și o rotește medial, se numește \_\_\_\_\_.
24. Mușchiul cu două capete, cu originea pe tuberozitatea ischiadică și pe corpul femurului, și inserția pe fibulă, care produce extensia coapsei și flexia gambei este un mușchi ce face parte din grupul mușchilor poplitei și se numește \_\_\_\_\_.
25. Cei trei mușchi ai grupului adductorilor sunt adductorul mare, adductorul scurt și adductorul \_\_\_\_\_.
26. Grupul muscular al adductorilor are originea pe corpul pubisului și se inseră pe femur pentru a produce adducția \_\_\_\_\_.
27. Cel mai mare mușchi al feselor cu originea parțial pe ilion și inserția pe femur se numește \_\_\_\_\_.
28. Fesierul mijlociu se inseră pe trohanterul mare al femurului și produce mișcarea denumită \_\_\_\_\_.
29. Mișcările de dorsoflexie și inversie ale piciorului sunt produse de mușchiul numit \_\_\_\_\_.
30. Pe suprafața posterioară a gambei se află un mușchi mare, cu originea pe condilul medial al femurului și inserția pe calcaneu, care se numește \_\_\_\_\_.
31. Flexia plantară a piciorului este produsă de mușchiul \_\_\_\_\_.
32. Tendonul care unește gastrocnemianul de calcaneu este denumit \_\_\_\_\_.
33. Pentru că mulți dintre mușchii faciali nu mișcă niciun os, ei nu sunt atașați prin intermediul structurilor numite \_\_\_\_\_.
34. Cei mai mulți mușchi faciali derivă din \_\_\_\_\_.

35. Mușchiul lung al gâtului și mușchiul lung al capului permit capului să se \_\_\_\_\_.
36. Mușchiul longissimus și semispinalul capului permit amândoi mișcarea capului denumită \_\_\_\_\_.
37. Mușchiul facial care contribuie la închiderea gurii și care poate fi palpat când gura este încheștată se numește \_\_\_\_\_.
38. Mandibula este mișcată în sens lateral și protruzionează cu ajutorul mușchiului numit \_\_\_\_\_.
39. Mușchii faciali subțiri cu inserția la piele și originea pe suprafața craniului, și care contribuie la mimică, se numesc \_\_\_\_\_.
40. Cei doi mușchi care ridică sprâncenele se numesc \_\_\_\_\_.
41. Mușchii extrinseci sunt responsabili de mișcările \_\_\_\_\_.
42. Mușchii intrinseci modifică forma unor structuri ale ochiului și produc dilatarea și constricția \_\_\_\_\_.
43. Mușchiul care trage capul lateral și spre torace, flectează și extinde capul este numit \_\_\_\_\_.
44. Mușchii lungi, înguști și lați din partea anterioară a gâtului, care acoperă suprafața laterală a glandei tiroide și trag laringele și osul hioid în jos pentru deglutiție, se numesc \_\_\_\_\_.
45. Pe linia mediană a peretelui abdominal există o linie de țesut conjunctiv cunoscută sub numele de \_\_\_\_\_.
46. Un mușchi asemănător unei benzi care leagă osul pubian de coaste și stern și comprimă conținutul cavității abdominale se numește \_\_\_\_\_.
47. Stratul muscular superficial ce pornește de la cele opt coaste inferioare și se inseră pe pubis și linia albă pentru a încorda peretele abdominal și a comprima abdomenul se numește \_\_\_\_\_.
48. Cei mai importanți mușchi implicați în inspirație sunt mușchii intercostali externi și un mușchi sub formă de cupolă cunoscut sub numele de \_\_\_\_\_.
49. Mușchiul care susține organele cavității pelvine și formează un rafeu la nivelul planșeului cavității pelvine se numește \_\_\_\_\_.
50. Mușchiul care susține organele cavității pelvine, cu originea pe spina ischionului și inserția pe coccis, este \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Capătul mobil al mușchiului este denumit
  - A. origine
  - B. inserție
  - C. parte proximală
  - D. parte dorsală
2. Benzile de țesut conjunctiv numite aponevroze, sunt atașate la fascia altor mușchi și leagă, de asemenea,
  - A. oase de oase
  - B. tendoane de oase
  - C. oase de ligamente
  - D. mușchii de oase
3. În corpul uman, mușchii pot avea următoarele funcții, *cu excepția*
  - A. flexori
  - B. extensori
  - C. coordonatori
  - D. adductori
4. Mușchiul dințat anterior este situat
  - A. pe partea laterală a toracelui
  - B. deasupra nasului
  - C. la nivelul părții superioare a coapsei
  - D. la nivelul părții inferioare a coapsei
5. Mușchiul care este contractat atunci când fosa glenoidă este îndreptată în sus în timpul abducției brațului, este
  - A. marele dorsal
  - B. pătratul pronator
  - C. fesierul mijlociu
  - D. trapezul
6. Bicepsul brahial este astfel numit pentru că prezintă
  - A. două capete
  - B. două mișcări pe care le realizează
  - C. două inserții
  - D. doi mușchi care îl alcătuiesc
7. Brahialul, tricepsul brahial și bicepsul brahial sunt cu toții mușchi ai
  - A. gambei
  - B. brațului
  - C. trunchiului
  - D. feselor

8. Cei mai importanți mușchi care rotesc antebrațul spre medial sunt
  - A. bicepsul femural și bicepsul brahial
  - B. tibialul anterior și tibialul posterior
  - C. rotundul pronator și pronatorul pătrat
  - D. fesierul mare și fesierul mijlociu
9. Mușchiul care acoperă umărul și în care se administrează frecvent vaccinurile se numește
  - A. iliopsoas
  - B. deltoid
  - C. tibial
  - D. drept abdominal
10. Mușchii interosoși dorsali realizează mișcarea
  - A. gambelor
  - B. trunchiului
  - C. feței
  - D. degetelor
11. Mușchii coapsei includ
  - A. marele dorsal și pectoralul mare
  - B. croitorul și vastul lateral
  - C. sternocleidomastoidianul
  - D. diafragmul și mușchii intercostali
12. Cvadricepsul femural
  - A. se găsește la nivelul antebrațului și are trei capete
  - B. se află sub pectoralul mare și pectoralul mic
  - C. se coordonează cu mușchiul lung al gâtului și mușchiul lung al capului
  - D. se află în apropierea femurului și are patru capete
13. Semitendinosul și semimembranosul sunt considerați amândoi
  - A. mușchi ai feselor
  - B. mușchi care permit mișcări faciale
  - C. mușchi ai grupului popliteu
  - D. mușchi ai pelvisului
14. Cel mai mare mușchi al feselor este
  - A. tibialul anterior
  - B. fesierul mare
  - C. transversul abdominal
  - D. iliopsoasul
15. Punctul de inserție al solearului și al gastrocnemianului este
  - A. carpianul numit navicular
  - B. ultima vertebră
  - C. tarsianul denumit calcaneu
  - D. cartilajul costal

**216 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină**

16. Întoarcerea piciorului în jos, mișcare denumită flexie plantară, este realizată de
  - A. pectoralii mare și mic
  - B. peronierul lung
  - C. solear și gastrocnemian
  - D. deltoid și trapez
17. Mușchii feței își au originea pe oasele feței sau pe
  - A. fascia superficială
  - B. ligamentele feței
  - C. țesutul cerebral
  - D. limbă
18. Printre flexorii importanți ai capului se numără
  - A. temporalul și pterigoidianul lateral
  - B. mușchiul lung al capului și mușchiul lung al gâtului
  - C. ridicătorul anal
  - D. dreptul abdominal
19. Când gura este încheștată, mușchiul care se palpează la nivelul tâmplei este
  - A. orbicularul gurii
  - B. epicranianul
  - C. mușchiul extrinsec
  - D. temporalul
20. Pterigoidianul lateral contribuie la mișcarea
  - A. gâtului în sus și în jos
  - B. trunchiului în flexie
  - C. mandibulei de o parte și alta
  - D. sprâncenelor
21. Mușchiul ciliar care modifică forma cristalinului, și mușchii dilatatori și constrictori ai pupilei, sunt cu toții denumiți
  - A. mușchi orbiculari
  - B. mușchi platisma
  - C. mușchi intrinseci
  - D. mușchi maseteri
22. Mușchii care realizează mișcările de aprobare sau negație includ
  - A. maseterul
  - B. solearul
  - C. sternocleidomastoidianul
  - D. linia albă

23. Mușchiul lung și aplatizat aflat de ambele părți ale liniei albe, care leagă coastele și sternul de osul pubian, este
- A. trapezul
  - B. cvadricepsul femural
  - C. coccigianul
  - D. dreptul abdominal
24. Oblicul extern și oblicul intern se atașează la
- A. mușchii grupului popliteu
  - B. linia albă
  - C. bicepsul femural
  - D. zigomatic
25. Mușchii intercostali externi sunt implicați în procesul de
- A. digestie
  - B. excreție
  - C. mișcare
  - D. respirație

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Originea unui mușchi este în general situată mai departe de linia mediană a corpului.
2. Mușchii sunt frecvent atașați de oase prin țesut conjunctiv ce constă în ligamentele.
3. Mușchii prim motori ai corpului au de obicei mușchi care acționează opus lor, denumiți antagoniști.
4. Mușchiul antebrațului care produce rotația antebrațului astfel încât palmele să fie îndreptate spre anterior, se numește brahioradial.
5. Pectoralul mare coboară umărul în timp ce abduce scapula.
6. Mușchiul care flexează brațul la nivelul articulației cotului împreună cu bicepsul brahial este deltooidul.
7. Opozabilitatea este acțiunea prin care mușchii scurți permit policelui să atingă vârfurile celorlalte degete.
8. Mușchiul feței anterioare a coapsei care acționează atunci când se ia poziția de picioare încrucișate a croitorului este iliopsoasul.

## 218 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

9. Bicepsul femural și semitendinosul sunt doi dintre cei trei mușchi ai grupului popliteu.
10. Fibrele ce provin din toți cei patru mușchi ai cvadricepsului femural converg și se inseră pe tuberozitatea tibială și pe navicular.
11. Grupul muscular al adductorilor, inclusiv adductorul mare și adductorul lung, produc adducția umărului.
12. Funcția principală a fesierului mare este extensia membrului inferior la nivelul articulației șoldului.
13. Gastrocnemianul produce flexia plantară și este localizat la nivelul feței anterioare a gambei.
14. Inserția gastrocnemianului la unul dintre metatarsiene se face prin intermediul ligamentului larg.
15. Peronierul lung și peronierul scurt sunt implicați în mișcările mâinii.
16. Unii dintre mușchii feței diferă de alți mușchi ai corpului prin faptul că nu necesită conexiunea cu oasele prin intermediul tendoanelor.
17. Unul dintre mușchii importanți care realizează închiderea gurii este mușchiul oblic inferior.
18. Mușchi precum orbicularul gurii sau zigomaticul sunt cunoscuți drept mușchi sistemic datorită inserțiilor lor la piele și datorită apropierii lor de suprafața pielii.
19. Când colțul gurii se ridică în zâmbet, mușchiul care acționează este trapezul.
20. Orbicularul gurii înconjoară gura și determină ȳuguierea buzelor.
21. Mușchii infrahioidieni acoperă suprafața posteroară a gâtului și trag laringele în jos în timpul deglutiției.
22. Linia albă se ȳntinde de la apofiza xifoidă până la simfiza pubiană și este alcătuită din țesut conjunctiv.
23. Oasele pubiene sunt legate de coaste și stern prin diafragm.
24. Oblicii intern și extern sunt mușchi ce acoperă organele toracelui.
25. Atât coccigianul, cât și ridicătorul anal, contribuie la formarea planșeului și pereților pelvisului.



**SECȚIUNEA E – Studiu de caz**

Mia este alergătoare în echipa de atletism a școlii ei. Ea și-a rupt tendonul calcanean, o leziune care a necesitat tratament chirurgical. Ce mușchi a fost afectat în principal? Este tendonul calcanean originea sau inserția acestui mușchi? Ce mișcare nu va putea ea să facă până nu va fi operată? Este aceasta esențială pentru alergare?

---

## RĂSPUNSURI

---

**SECȚIUNEA A****Figura 9.13**

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1. i  | 10. j | 19. s |
| 2. e  | 11. b | 20. m |
| 3. f  | 12. n | 21. c |
| 4. g  | 13. p | 22. h |
| 5. r  | 14. q | 23. z |
| 6. aa | 15. y | 24. d |
| 7. t  | 16. u | 25. w |
| 8. a  | 17. v | 26. x |
| 9. l  | 18. k | 27. o |

**Figura 9.14**

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. f | 7. o  | 13. g |
| 2. p | 8. d  | 14. a |
| 3. k | 9. e  | 15. j |
| 4. m | 10. b | 16. l |
| 5. n | 11. i |       |
| 6. c | 12. h |       |

**SECȚIUNEA B – Completare**

- |                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. țesut conjunctiv            | 26. coapsei                |
| 2. aponevroze                  | 27. fesierul mare          |
| 3. agoniști                    | 28. abducție               |
| 4. antagoniști                 | 29. tibial anterior        |
| 5. dințatul anterior           | 30. gastrocnemian          |
| 6. scapulă                     | 31. solear                 |
| 7. dorsal mare                 | 32. tendonul ahilian       |
| 8. deltoidul                   | 33. tendoane               |
| 9. bicepsul brahial            | 34. fascia superficială    |
| 10. olecranon                  | 35. flecteze               |
| 11. brahialul/bicepsul brahial | 36. extensie               |
| 12. anterior                   | 37. temporal               |
| 13. pătratul                   | 38. pterigoidian lateral   |
| 14. ulnar                      | 39. mușchi cutanați        |
| 15. opozabilitate              | 40. epicranieni            |
| 16. antebrățului               | 41. globilor oculari       |
| 17. psoasul mare               | 42. pupilei                |
| 18. femurului                  | 43. sternocleidomastoidian |
| 19. croitor                    | 44. mușchii infrahioidieni |
| 20. cvadricepsul femural       | 45. linia albă             |
| 21. patelei                    | 46. dreptul abdominal      |
| 22. semimembranos              | 47. oblicul extern         |
| 23. semitendinos               | 48. diafragm               |
| 24. biceps femural             | 49. ridicătorul anal       |
| 25. lung                       | 50. coccigianul            |

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. A  | 11. B | 16. C | 21. C |
| 2. D | 7. B  | 12. D | 17. A | 22. C |
| 3. C | 8. C  | 13. C | 18. B | 23. D |
| 4. A | 9. B  | 14. B | 19. D | 24. B |
| 5. D | 10. D | 15. C | 20. C | 25. D |

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1. inserția           | 14. tendonului ahilian |
| 2. tendoanele         | 15. piciorului         |
| 3. A                  | 16. A                  |
| 4. supinator          | 17. maseter            |
| 5. mic                | 18. cutanați           |
| 6. brahialul          | 19. zigomaticul        |
| 7. A                  | 20. A                  |
| 8. mușchiul sartorius | 21. anterioară         |
| 9. A                  | 22. A                  |
| 10. patelă            | 23. dreptul abdominal  |
| 11. coapsei           | 24. abdominale         |
| 12. A                 | 25. A                  |
| 13. posterioare       |                        |

**SECȚIUNEA E – Studiu de caz**

Cel mai afectat mușchi al Miei este cel gastrocnemian, deoarece nu se mai realizează inserția acestuia. Ea nu va mai reuși să execute flexia plantară, o mișcare esențială pentru alergare.





# Țesutul nervos

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura celulei nervoase și transmiterea nervoasă. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- clasificați părțile sistemului nervos ca aparținând sistemului nervos central sau celui periferic, celui somatic sau autonom (vegetativ);
- deosebiți diferitele tipuri de nevroglii;
- clasificați neuronii după structură și funcție, descriind pe scurt structura acestora;
- descrieți un nod Ranvier;
- descrieți nervii și ganglionii nervoși;
- descrieți un arc reflex;
- caracterizați potențialele membranare neuronale și factorii celulari care le produc;
- caracterizați potențialele de acțiune;
- identificați efectele mielinizării asupra propagării potențialelor de acțiune;
- caracterizați sinapsele neuronale și procesele implicate în transmiterea sinaptică;
- identificați neurotransmițătorii;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Organizarea și celulele sistemului nervos
- Neurofiziologie: arc reflex, potențialele de repaus și de acțiune, sinapsele și neurotransmițătorii
- Întrebări recapitulative

Sistemul nervos coordonează procesele complexe ce au loc în mediul intern al organismului. De asemenea, acest sistem asigură integrarea organismului în mediul extern. În acest sens, sistemul nervos facilitează văzul, auzul, gustul sau simțul tactil, și răspunde la stimuli. Fără sistemul nervos, celelalte sisteme ale organismului ar funcționa haotic, independent unele de altele, fără legătură cu nevoile organismului. De exemplu, mușchii nu s-ar mai contracta în mod organizat, temperatura corporală nu ar mai fi reglată, sângele nu ar mai fi distribuit în funcție de nevoile tisulare, iar procesele cognitive și emoțiile nu ar mai exista.

## ORGANIZARE

Sistemul nervos are două componente principale: **sistemul nervos central (SNC)** și **sistemul nervos periferic (SNP)**. SNC este compus din creier și măduva spinării și servește drept centru de control al întregului organism (Figura 10.1). Anumite componente ale SNC integrează informațiile primite și determină reacțiile adecvate.

SNP-ul este alcătuit din receptorii aflați în organele de simț și nervii prin care aceștia comunică informațiile SNC-ului. SNP-ul conține 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. El informează SNC despre modificarea condițiilor din interiorul organismului și de la suprafața acestuia, iar ulterior transmite răspunsul SNC către mușchi sau glande, care vor ajusta aceste condiții.

Atât SNC, cât și SNP, conțin două tipuri de nervi, nervi motori și nervi senzitivi. **Nervii senzitivi** sau **aferenți** (cuvânt care înseamnă „înspre”) conduc mesajele provenite de la receptorii organismului spre SNC. **Nervii motori** sau **eferenți** (însemnând „dinspre”) transmit mesajele SNC către mușchi sau către alte organe, care răspund astfel stimulilor.

Porțiunile motorii ale SNP sunt subîmpărțite în **componenta somatică** și **componenta autonomă (vegetativă)**. Componenta somatică a SNP controlează mușchii scheletici, pe când cea autonomă controlează mușchii involuntari, mușchiul cardiac și glandele.

Componenta autonomă a SNP prezintă două tipuri de nervi motori. Primul tip, **nervii simpatici**, transportă impulsuri către organe și determină reacții la situații de stres, precum reacția „fight or flight” („luptă sau fugi”) (Capitolul 11). Cel de-al doilea tip, **nervii parasimpatici**, asigură o stare relaxată organismului și stimulează digestia.

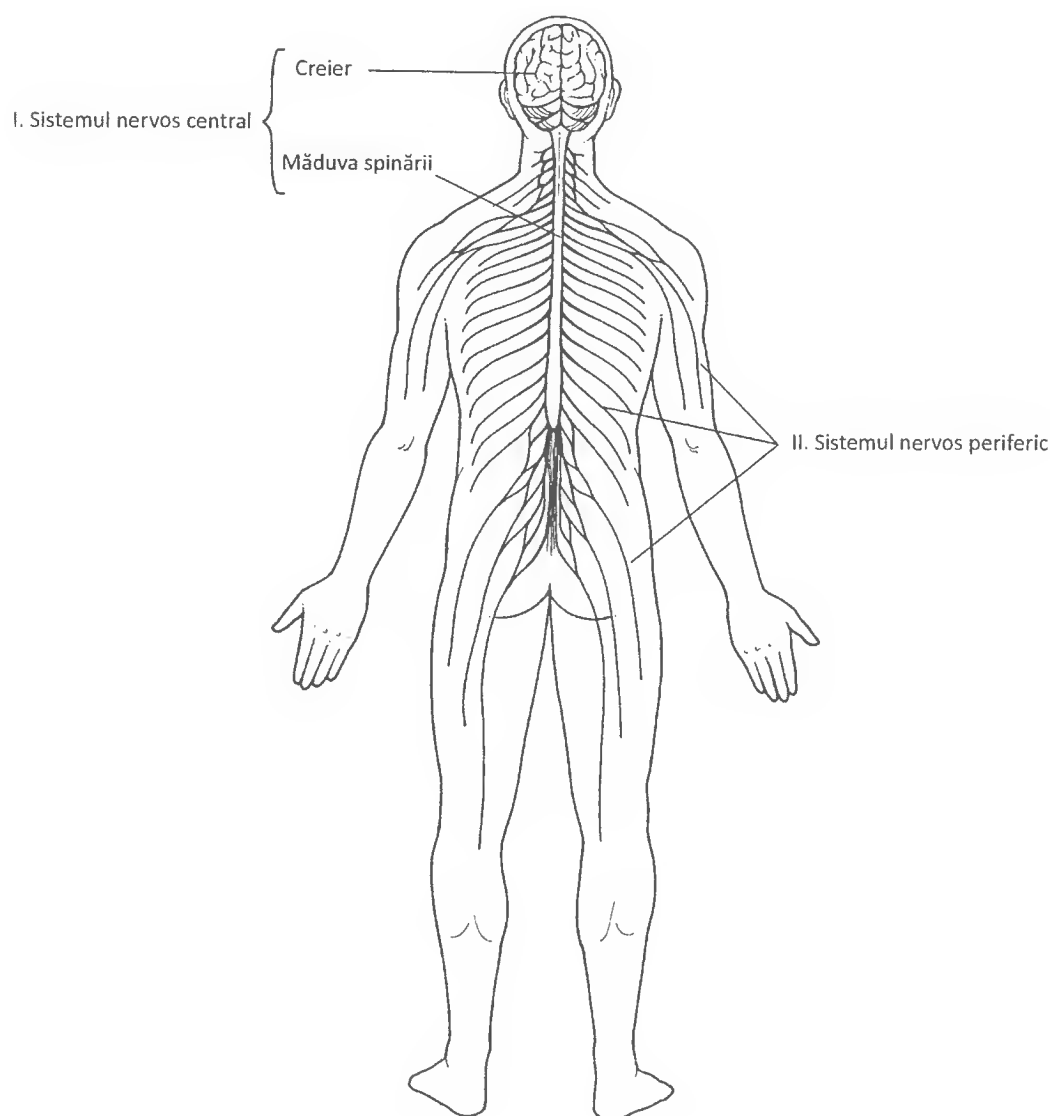
**DE REȚINUT**  
Neuronii aferenți (senzitivi) transmit informația către SNC, pe când neuronii eferenți (motori) transmit informația către mușchi și glande.

## CELULELE GLIALE

În sistemul nervos există două tipuri unice de celule: **neuronii**, sau celulele nervoase, care primesc și transmit informații biochimice, și **celulele gliale**, care au funcție de suport. Numărul celulelor gliale din sistemul nervos este aproximativ de 10 ori mai mare decât al neuronilor. Celulele gliale mai poartă și numele generic de **nevroglia**.

Există mai multe tipuri de celule gliale în SNC. Unul dintre ele este reprezentat de **oligodendrocite**. Aceste celule se înfășoară în jurul neuronilor, formând teci, alcătuite dintr-un material lipidic numit **mielină**. Un alt tip de celule gliale sunt **astrocitele**, care au prelungiri citoplasmatiche alungite, ce le conferă o formă stelată (Figura 10.2). As-

trocitele contribuie la formarea barierei hematoencefalice (sânge-creier), care previne sau încetinește accesul substanțelor nedorite în țesutul cerebral. Astrocitele ajută și la izolarea țesutului nervos lezat.

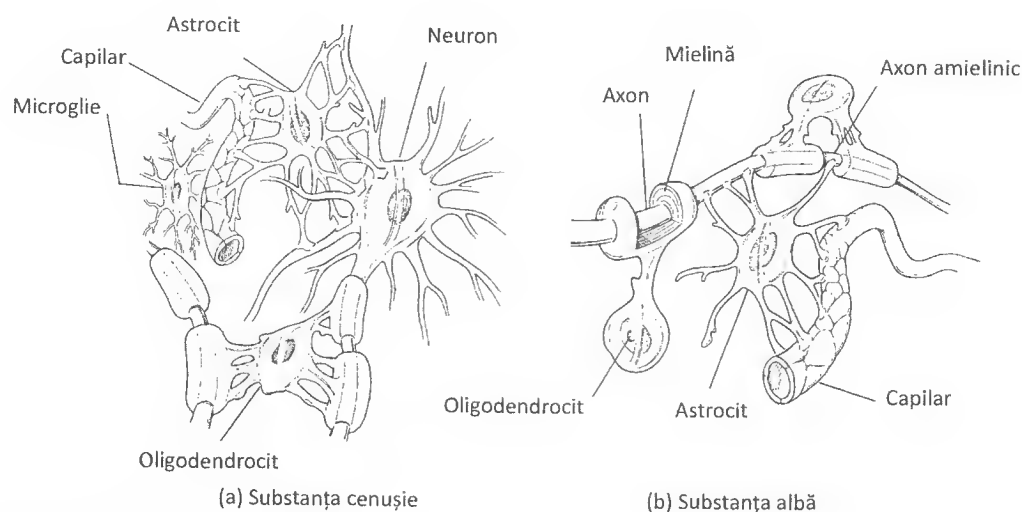


**FIGURA 10.1** Cele două componente principale ale sistemului nervos uman.

**Microgliile** sunt celule gliale mici, dispersate în creier și în măduva spinării. Aceste celule acționează în cazul inflamațiilor sau a leziunilor, devenind mobile și fagocitând microorganismele.

În SNP, **celulele Schwann** se înfășoară în jurul neuronilor localizați în afara sistemului nervos central. Ele sintetizează teaca de mielină ce acoperă neuronii din SNP.

**DE REȚINUT**  
În SNC, teaca de mielină este sintetizată de oligodendrocite, iar în SNP de către celulele Schwann.



**FIGURA 10.2** Neuronii și celulele gliale din sistemul nervos central. (a) Relația dintre cele două tipuri de celule în substanța cenușie a creierului și a măduvei spinării. (b) Relația dintre celule în substanța albă.

## NEURONII

Neuronii sunt celule specializate în recepționarea și transmiterea informației în sistemul nervos. **Neuronul** este unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos. Neuronii se pot diferenția între ei datorită prelungirilor pe care le prezintă.

Neuronii pot fi clasificați după structură sau după funcție. Din punct de vedere structural, neuronii sunt multipolari, bipolari și pseudounipolari. **Neuronii multipolari** prezintă numeroase prelungiri scurte, numite **dendrite**, și o prelungire unică, lungă, numită **axon**. Mulți neuroni din SNC aparțin acestei categorii. **Neuronii bipolari** au un axon și o singură dendrită. Ei sunt localizați în retină, urechea internă și mucoasa olfactivă. **Neuronii pseudounipolari** au o singură prelungire, care se divide pentru a forma o dendrită și un axon. Majoritatea neuronilor senzitivi sunt pseudounipolari (Figura 10.3).

Neuronii pot fi clasificați, din punct de vedere funcțional, în neuroni senzitivi (afereți), motori (eferenți) și interneuroni (neuroni de asociație). **Neuronii senzitivi** transmit informația dinspre receptori înspre SNC, iar **neuronii motori** transmit mesajele SNC către mușchi, inimă și glande. **Interneuronii (neuroni de asociație)** conectează neuronii senzitivi cu cei motori și, de asemenea, alți interneuroni între ei. Interneuronii se găsesc în SNC, unde primesc informații de la neuronii senzitivi, le integrează și reacționează trimițând mesaje prin intermediul neuronilor motori.

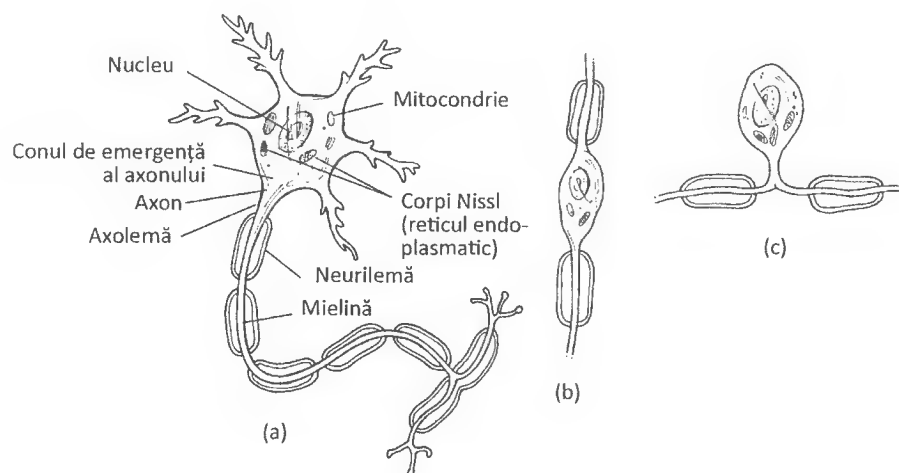
**Corpul celular** al neuronilor reprezintă doar un mic procent din volumul total al celulei. La acest nivel se găsește nucleul și, de asemenea, multe alte organite celulare precum mitocondrii, aparat Golgi și lizozomi. Un organit caracteristic pentru neuron sunt **corpii Nissl**, alcătuiți din reticul endoplasmatic rugos (Capitolul 3), în care se sintetizează proteine.

Dendritele, prelungiri foarte ramificate ale corpului celular, sunt specializate în recepționarea impulsurilor nervoase și transmiterea lor către corpul celular. Suprafața

**DE REȚINUT**  
Interneuronii se găsesc  
numai în SNC.



dendritelor prezintă multe formațiuni spinoase prin care, ele realizează joncțiuni cu alți neuroni sau cu receptori senzoriali.



**FIGURA 10.3** O reprezentare a celor trei tipuri de neuroni prezenți în sistemul nervos. Neuroni multipolari (a) au numeroase prelungiri, neuronii bipolari (b) au două, iar cei pseudounipolari (c) au una singură, care apoi se ramifică. Detaliile structurii neuronului sunt prezentate în imaginea neuronului multipolar.

Impulsurile sunt transmise dinspre corpul celular prin intermediul axonului. Axonul pornește dintr-o porțiune îngroșată a corpului celular, numită **con de emergență**. Cito-plasma din interiorul axonului se numește **axoplasmă**, iar membrana sa, **axolemă**.

Diametrul axonului este microscopic, dar lungimea sa poate atinge peste un metru. De exemplu, axonii care pornesc din porțiunea inferioară a măduvei spinării și ajung la nivelul labei piciorului pot avea o lungime de până la 1,2 m. Deseori, axonii mai multor neuroni se reunesc, alcătuind **fibre nervoase**, denumite în mod uzual **nervi**.

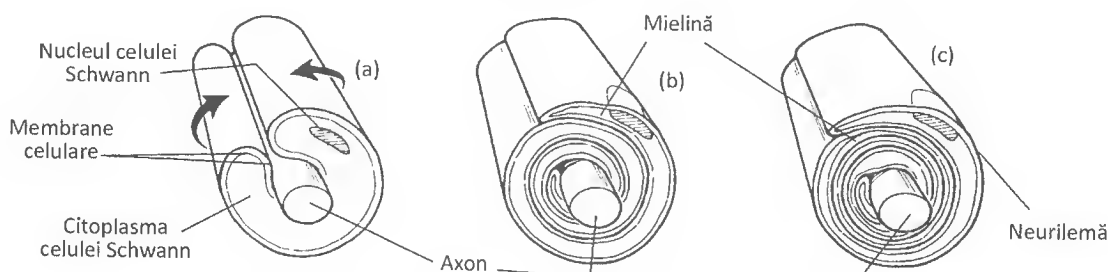
La capătul distal, axonul prezintă mii de ramificații microscopice numite **terminații axonale**. Aceste terminații prezintă dilatări, numite **butoni terminali**. La nivelul acestora sunt eliberate, de către neuroni, substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Neurotransmițătorii transmit impulsurile nervoase de la neuron la mușchi, glande sau alți neuroni.

## TEACA DE MIELINĂ

Există două tipuri de celule responsabile de sinteza tecii izolatoare de mielină a neuronilor. În SNC, **oligodendrocitele** emit prelungiri, care se înfășoară în jurul axonilor sau dendritelor (Figura 10.2). În SNP, însuși corpul **celulelor Schwann** se înfășoară în jurul prelungirilor neuronului (Figura 10.4). În ambele cazuri, celulele produc o membrană stratificată numită **teacă de mielină**.

**Teaca de mielină** izolează axonul. Este compusă în principal din **mielină**, o substanță lipidică de culoare albă, care este componenta principală a membranei oligodendrocitelor și a celulelor Schwann. Mielina izolează reacțiile electrochimice care conduc

impulsurile nervoase de-a lungul axonilor. Fibrele mielinice conduc rapid impulsurile nervoase, pe când cele amielinice le conduc mai lent. În sistemul nervos central se găsesc atât axoni mielinici, cât și axoni amielinici.



**FIGURA 10.4** Formarea tecii de mielină pe măsură ce celula Schwann se înfășoară în jurul axonului, prezentată în imagini succesive (a), (b) și (c). Mielina este o substanță de culoare albă, bogată în lipide, din membrana celulei Schwann.

Oligodendrocitele și celulele Schwann își înfășoară membrana celulară în jurul axonilor și dendritelor pentru a forma teaca de mielină. Între două prelungiri succesive ale oligodendrocitelor, respectiv între două celule Schwann succesive, se găsesc spații denumite **nodurile lui Ranvier**. La nivelul acestora axonul nu prezintă mielină.

Mielina este răspunzătoare pentru culoarea substanței albe din creier și din măduva spinării. Ea intră și în componența substanței albe a nervilor mielinici periferici. Deteriorarea mielinei în SNC poate da naștere unei afecțiuni denumită **scleroză multiplă**.

Partea externă a tecii de mielină, care înconjoară axonii sau dendritele, se numește **neurilemă** (Figura 10.4). Neurilema are rol în regenerarea neuronilor lezați.

## NERVII ȘI GANGLIONII

Un **nerv** este format din mai multe **fascicule** de axoni și/sau dendrite. Fiecare fascicul nervos este înconjurat de o teacă numită **perinerv**. Nervul este învelit la exterior de un țesut conjunctiv fibros numit **epinerv**, care solidarizează fasciculele între ele.

Corpurile celulare ale neuronilor sunt adeseori grupate în structuri numite **ganglioni**. Există mulți ganglioni localizați în afara măduvei spinării. De la acești ganglioni pornesc axoni și/sau dendrite înspre alte părți ale organismului.

## FIZIOLOGIA NERVILOR

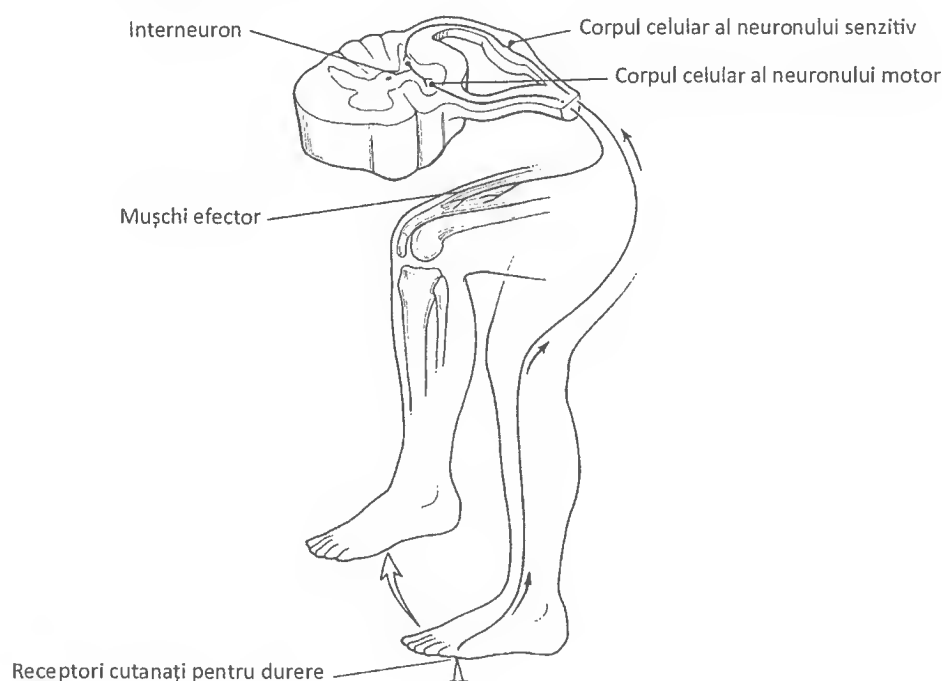
Sistemul nervos coordonează acele activități care atrag după ele răspunsul la stimuli. Prima astfel de activitate este **recepția**, în cursul căreia sunt captate informații din mediul înconjurător. Următoarea activitate este **transmiterea**, în care informația este livrată sistemului nervos central de către neuronii senzitivi. Urmează **integrarea**, în cursul căreia este determinată reacția potrivită. În final, apare **răspunsul**, în cursul căruia un impuls nervos este transmis prin intermediul neuronilor motori către **efectori**, care vor reacționa în concordanță cu stimulul. Principalii efectori din organism sunt mușchii și glandele.

## ACTIVITATEA NERVOASĂ

Neuronii senzitivi, interneuronii și neuronii motori produc impulsuri nervoase pentru a transmite informații. Acești neuroni sunt organizați în **circuite neuronale**. Într-un astfel de circuit, neuronii sunt dispuși de așa manieră, încât axonul unui neuron se termină în apropierea dendritei următorului neuron, fără a o atinge. Joncțiunea dintre doi neuroni alăturați se numește **sinapsă**.

Actul reflex, ce are ca bază anatomică **arcul reflex**, este un exemplu simplu de activitate nervoasă (Figura 10.5). Exemplul tipic de arc reflex este **reflexul rotulian**, în care apare extensia gambei la percutarea ligamentului patelar. Un alt exemplu este **reflexul de retragere**, în care un deget atins de un stimul dureros este retras imediat.

Un reflex ia naștere când un neuron senzitiv recepționează un stimul. Este generat un impuls nervos, care este condus de neuronii senzitivi către interneuronii din sistemul nervos central, care au rol de centru de procesare. Interneuronii comunică cu neuronii motori, fiind generat un impuls, care va fi transmis unui efector, mușchi sau glandă, care va acționa în consecință. În reflexul de retragere, de exemplu, retragerea degetului este determinată de contracția mușchilor.



**FIGURA 10.5** Un arc reflex tipic, ilustrat cu ajutorul reflexului de retragere. Impulsurile iau naștere la nivelul receptorilor dureroși și ajung la măduva spinării prin intermediul neuronilor senzitivi. Interneuronul interpretează impulsul și trimite un răspuns prin intermediul neuronului motor către mușchii efectori, care îndepărtează laba piciorului de stimulul dureros. Observați localizarea corpului celular al neuronului senzitiv, care se află în afara măduvei spinării, într-un ganglion, și pe cea a corpului neuronului motor, situat în măduva spinării.

TABELUL 10.1 COMPONENTELE UNUI ARC REFLEX

Componenta	Descriere	Funcție
<b>Receptorul</b>	Capătul receptor al unei dendrite sau o celulă senzitivă specializată, aflată într-un organ de simț	Sensibil la modificări interne sau externe
<b>Neuronul senzitiv</b>	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron senzitiv (aferent)	Transmite impulsuri nervoase de la receptor către creier sau măduva spinării
<b>Interneuronul</b>	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron situat în creier sau în măduva spinării	Servește drept centru de procesare; conduce impulsul nervos de la neuronul senzitiv la cel motor
<b>Neuronul motor</b>	Dendrita, corpul celular și axonul unui neuron motor (eferent)	Transmite impulsul nervos de la creier sau măduva spinării către un efector
<b>Efectorul</b>	Un mușchi sau o glandă din afara sistemului nervos	Răspunde la stimularea provenită de la neuronul motor și produce acțiunea reflexă

Reflexul poate fi automat și inconștient, fără a include creierul sau o activitate mentală. Ajută la menținerea homeostaziei organismului în timpul unor activități precum strănutul, tusea sau înghițitul, și reprezintă cea mai simplă activitate îndeplinită de către sistemul nervos (componentele arcului reflex sunt prezentate în Tabelul 10.1).

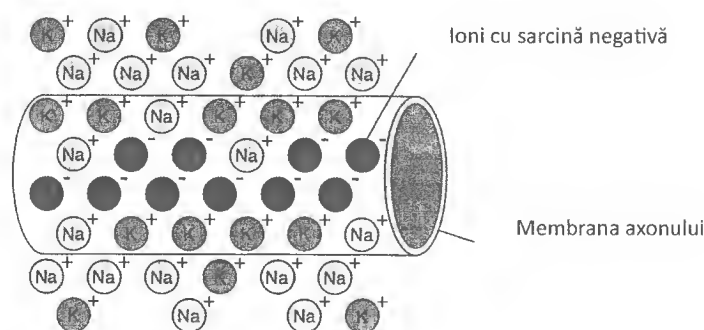
## IMPULSUL NERVOS

În multe cazuri, activitatea nervoasă este inițiată prin stimularea unui receptor de la suprafața corpului (Capitolul 12). Cei mai cunoscuți receptori sunt neuronii din organele senzoriale precum ochiul, urechea, nasul sau mugurii gustativi. Alți receptori, prezenți în piele, reacționează la presiune, atingere, căldură sau frig. După ce un receptor a fost stimulat, mesajul neuronal este transmis spre SNC prin intermediul unui neuron senzitiv. La originea impulsului nervos stă un eveniment electrochimic datorat modificării distribuției ionilor în celula nervoasă.

După cum arată și numele, un **neuron în repaus** nu transmite impulsuri. Într-un neuron în repaus, suprafața externă a membranei celulare are o încărcătură electrică pozitivă, iar citoplasma din interior este electronegativă. Astfel, neuronul în repaus este **polarizat**, fiindcă suprafața internă și cea externă a membranei sale au sarcini electrice opuse. Fiind separate astfel, sarcinile electrice vor determina o acțiune în cazul în care diferența dintre sarcini se modifică. Această diferență se numește **potențial de repaus** (Figura 10.6).

### DE REȚINUT

Un neuron în repaus are o sarcină electrică negativă în interior și una pozitivă în exterior; el este polarizat.



**FIGURA 10.6** Dezechilibrul ionic între interiorul și exteriorul unei celule nervoase. Numărul mare de ioni negativi din celulă este pus pe seama moleculelor proteice. Numărul ionilor de sodiu din exteriorul celulei este mai mare decât cel al ionilor de potasiu, ceea ce contribuie la menținerea unei sarcini electrice pozitive în exteriorul celulei.

Potențialul de repaus reprezintă un dezechilibru între sarcinile electrice aflate de o parte și de alta a membranei celulare. Într-un neuron în repaus, potențialul de repaus este de aproximativ 70 de milivolți (mV). Prin convenție, acest potențial se exprimă ca -70 mV („electronegativ”), pentru că suprafața internă a membranei celulare are o sarcină electrică negativă față de cea pozitivă prezentă pe suprafața externă.

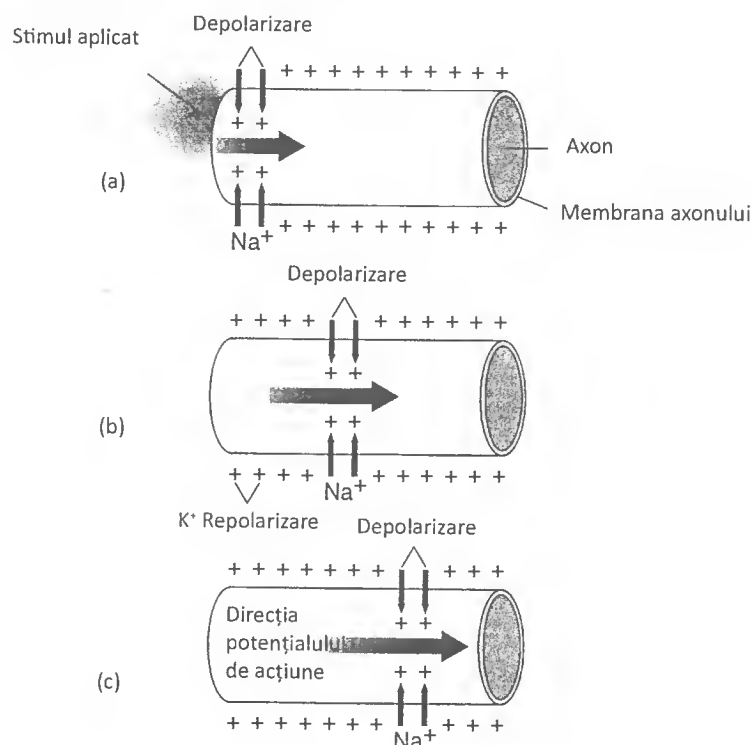
Potențialul de repaus este rezultatul unui exces de ioni pozitivi în exteriorul membranei celulare, comparativ cu interiorul acesteia. Există, de asemenea, un ușor exces de ioni negativi în citoplasmă, care includ și ionii de fosfat organic. Proteinele citoplasmice au, de asemenea, o sarcină electrică negativă. Concentrația **ionilor de sodiu** din exteriorul celulei este de peste 10 ori mai mare decât cea din interior, ceea ce îi conferă suprafeței externe a membranei celulare o sarcină pozitivă, comparativ cu interiorul.

Dezechilibrul ionic din celulele nervoase se datorează mai multor factori. Un factor este reprezentat de o **pompă de sodiu-potasiu** foarte eficientă. Această pompă transportă câte trei ioni de sodiu în afara celulei, prin mecanisme de transport activ, și introduce în celulă câte doi ioni de potasiu. Pompa funcționează împotriva gradientului de concentrație al ionilor și, prin urmare, sunt necesare cantități mari de ATP pentru a furniza suficientă energie. Deoarece mai mulți ioni pozitivi sunt pompați în afara celulei decât sunt introduși în interiorul acesteia, intracelular apare o sarcină electrică negativă (Figura 10.6).

Dezechilibrul ionic este determinat și de difuziunea ionilor din zonele cu concentrație mai mare înspre zonele cu concentrație mai scăzută, prin canale membranare. Unele dintre aceste canale sunt alcătuite din proteine membranare care suferă modificări structurale, pentru a se putea deschide atunci când membrana este stimulată. Astfel de canale se numesc **canale cu poartă** („gated channels”), pentru că acționează ca niște porți și sunt specifice pentru diferite tipuri de ioni. Canalele de sodiu și cele de potasiu sunt exemple de canale cu poartă.

Un impuls nervos se numește **potențial de acțiune** (Figura 10.7). La generarea unui potențial de acțiune, un stimul electric, mecanic sau chimic modifică potențialul de repaus prin deschiderea canalelor de sodiu, permițând intrarea ionilor de sodiu în celulă. Odată cu accesul ionilor de sodiu în celulă, membrana neuronului se depolarizează. În timpul depolarizării, potențialul de repaus se ridică până la valoarea de aproximativ -55

mV, care reprezintă **intensitatea prag** al unui impuls nervos. În acest moment, canalele de sodiu voltaj-dependente se deschid, și un număr și mai mare de ioni de sodiu pătrunde rapid în celulă. Acest influx durează o miime de secundă, apoi canalele se închid. Valoarea potențialului de repaus continuă să crească până la aproximativ +35 mV („pozitiv”), având loc o inversare temporară a polarității.



**FIGURA 10.7** Potențialul de acțiune al unei celule nervoase. (a) Un stimul este aplicat membranei și ioni de sodiu (+) pătrund în celulă; membrana celulară își pierde polaritatea, generând astfel un potențial de acțiune. (b) Membrana adiacentă este depolarizată, iar potențialul de acțiune se propagă; între timp, zona inițială se repolarizează prin acumularea de ioni de potasiu (+), fiind pregătită pentru declanșarea unui nou impuls. (c) Potențialul de acțiune se propagă de-a lungul axonului pe măsură ce sunt depolarizate zone succesive ale membranei.

Dacă potențialul de acțiune este suficient de puternic pentru a depolariza zona învecinată a membranei prin deschiderea mai multor canale de sodiu voltaj-dependente, acea zonă se va depolariza și procesul se repetă. Astfel, o **undă de depolarizare** se propagă ca o reacție în lanț. Unda „călătorește” de-a lungul neuronului și reprezintă potențialul de acțiune, sau impulsul nervos.

După ce potențialul de acțiune a părăsit zona inițială, membrana începe să se repolarizeze. Canalele de sodiu se închid, iar cele de potasiu se deschid, declanșând ieșirea potasiului din celulă. Astfel, sarcina din exterior redevine pozitivă și membrana se repolarizează. Întregul ciclu depolarizare-repolarizare are loc în mai puțin de o milisecundă.

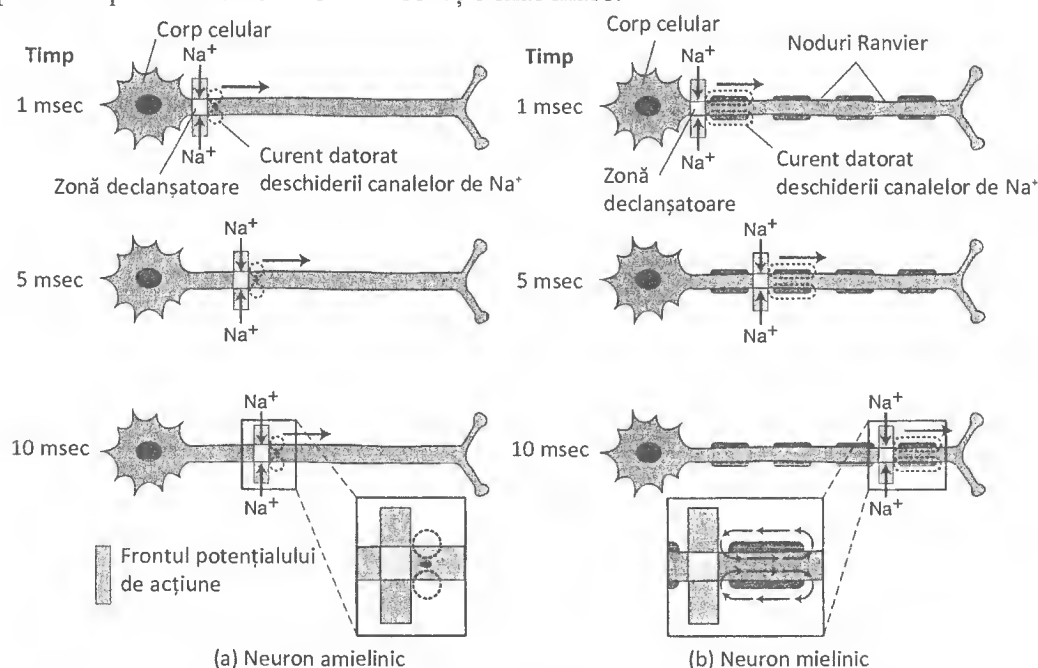
Reîntoarcerea la starea de repaus necesită pomparea sodiului în exteriorul neuronului, care are loc în secunde următoare. În stare depolarizată, neuronul este **refractor**,

#### DE REȚINUT

O zonă activată a unui neuron are o sarcină pozitivă datorită influxului de ioni de sodiu; ea este depolarizată.

ceea ce înseamnă că nu poate transmite un alt potențial de acțiune decât dacă stimulul este foarte puternic. Odată ce ionii de sodiu au fost pompați în exterior și potențialul de repaus a fost restabilit, neuronul este capabil să genereze un nou potențial de acțiune. Astfel, celula nervoasă urmează legea „**totul sau nimic**”: un stimul suficient de puternic pentru a depolariza neuronul la pragul critic are ca rezultat un impuls nervos; un stimul mai puternic are ca rezultat același impuls; neuronul transmite sau nu un impuls nervos; intensitatea impulsului nervos nu variază. Cu toate acestea, un stimul foarte puternic poate genera câteva impulsuri nervoase sau potențiale de acțiune succesive.

Teaca de mielină sintetizată de către oligodendrocite în SNC și celulele Schwann în SNP permite o transmitere mai rapidă a impulsului nervos de-a lungul axonilor și/ sau dendritelor mielinizate. Deoarece ionii nu pot pătrunde sau ieși din neuron decât la nivelul nodurilor Ranvier prezente între celulele Schwann sau între prelungirile oligodendrocitelor, impulsul „sare” de la nod la nod în loc să progreseze constant de-a lungul neuronului. Acest fenomen poartă numele de **propagare (conducere) saltatorie**. Conducerea saltatorie mărește considerabil viteza impulsurilor, permițând reacții mai rapide la stimuli (Figura 10.8). De exemplu, reacțiile reflexe necesită neuroni mielinici în SNP pentru a putea avea o viteză de reacție mai mare.



**FIGURA 10.8** O comparație între propagarea impulsurilor în neuroni mielinici și cei amielinici. Observați cu cât este mai mare distanța parcursă de impuls în neuronul mielinizat, în aceeași unitate de timp. (a) Conducere continuă. (b) Conducere saltatorie.

## SINAPSA

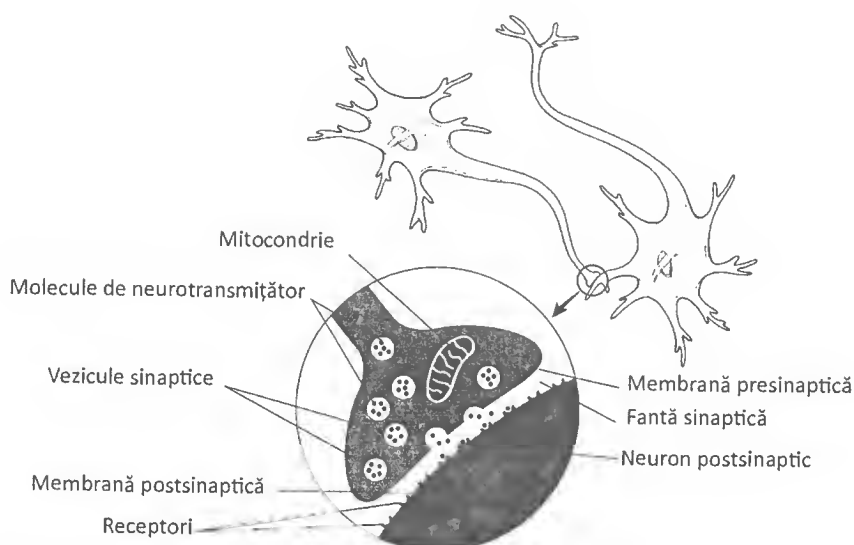
**Sinapsa** reprezintă joncțiunea dintre doi neuroni sau dintre un neuron și un efector: mușchi sau glandă. Sinapsa dintre un neuron și o celulă musculară poartă numele de **sinapsă neuromusculară** sau **placă motorie**. Spațiul din interiorul sinapsei se numește **fantă sinaptică**. Când impulsul ajunge la capătul axonului, nu poate sări peste această fantă.

Ca atare, există un mecanism chimic ce conduce mesajul spre următorul neuron, mușchi sau glandă.

Odată ajuns la butonii terminali ai axonului, impulsul nervos stimulează eliberarea de substanțe chimice denumite **neurotransmițători**. Aceștia difuzează rapid prin fanta sinaptică și modifică permeabilitatea următorului neuron. Dacă există suficiente molecule de neurotransmițător, dendritele următorului neuron se depolarizează și impulsul nervos nou format este propagat mai departe.

Neurotransmițătorii sunt sintetizați continuu și se găsesc în butonii terminali ai axonilor. La acest nivel, ei sunt stocați în vezicule delimitate de o membrană, numite **vezicule sinaptice**. Când un impuls nervos ajunge la butonul terminal, canalele de calciu voltaj-dependente se deschid și ioni de calciu din exterior pătrund în axon, determinând eliberarea neurotransmițătorilor din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice (Figura 10.9).

**DE REȚINUT**  
Neurotransmițătorii ajung prin exocitoză în fanta sinaptică pentru a stimula sau inhiba următoarea celulă.



**FIGURA 10.9** Activitatea sinaptică. Atunci când un potențial de acțiune ajunge la capătul axonului, moleculele de neurotransmițător (precum acetilcolina) sunt eliberate din veziculele sinaptice prin exocitoză, la nivelul membranei presinaptice. Moleculele traversează fanta sinaptică și se leagă de receptori de pe suprafața membranei postsinaptice. Acest fenomen generează un potențial de acțiune în neuronul postsinaptic.

După ce difuzează în fanta sinaptică, neurotransmițătorii se leagă de receptori aflați pe membrana dendritelor următorului neuron (membrana postsinaptică). Acești receptori sunt niște molecule proteice, care formează canale ionice. Aceste canale se deschid și permit intrarea ionilor de sodiu în dendrită. Dacă există un influx suficient de sodiu, are loc depolarizarea și este generat un nou impuls nervos.

Se cunosc peste 50 de tipuri diferite de neurotransmițători. Unul dintre cei mai cunoscuți neurotransmițători este **acetilcolina**. Aceasta este eliberată de către neuronii ce inervează mușchii scheletici la nivelul joncțiunii neuromusculare, pentru a declanșa



contractă musculară. Acetilcolina este eliberată și de unii neuroni din componenta vegetativă a SNP și de unii neuroni din creier. După ce acetilcolina se leagă de receptori, este descompusă de o enzimă denumită **colinesterază**, în interiorul sinapsei. Acest lucru permite ca stimulul să aibă o durată scurtă. Alți neurotransmițători sunt recuperați prin endocitoză, pentru a putea fi refolosiți.

Un alt neurotransmițător bine cunoscut este **noradrenalina (norepinefrina)**. Ea este eliberată de către neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight” („luptă sau fugi”) (Capitolul 11) și, de asemenea, de către mulți neuroni din creier și din măduva spinării. Alți neurotransmițători sunt **adrenalina (epinefrina)** și **dopamina**. Noradrenalina, adrenalina și dopamina fac parte dintr-o clasă de substanțe organice numite **catecolamine**.

Alți neurotransmițători cunoscuți sunt serotonina, glutamatul, glicina și endorfinele (Tabelul 10.2). Unii neurotransmițători îndeplinesc diferite roluri în organism (unii sunt inhibitori), iar alții sunt identici cu hormonii secretați de glandele endocrine. Neurotransmițătorii sunt produși în zone diferite ale sistemului nervos; de exemplu, glutamatul este produs în special în cortexul cerebral, iar glicina mai mult în măduva spinării. Anumiți neurotransmițători excită neuronul postsinaptic și produc depolarizări și impulsuri nervoase denumite **potențiale postsinaptice excitatorii (PPSE)**. Alți neurotransmițători inhibă apariția impulsurilor nervoase în neuronul postsinaptic, prin menținerea canalelor de sodiu în stare închisă. Această inhibare duce la apariția **potențialelor postsinaptice inhibitorii (PPSI)**.

TABELUL 10.2 PROPRIETĂȚILE UNOR NEUROTRANSMIȚĂTORI

Neurotransmițătorul	Localizare	Acțiune
Acetilcolina	Joncțiuni neuromusculare, sistemul nervos vegetativ, creier	Excită mușchii, încetinește ritmul cardiac, transmite diverse semnale în sistemul nervos vegetativ și în creier
Noradrenalina (norepinefrina)	Sistemul nervos simpatic, creier	Reglează activitatea viscerelor și unele funcții cerebrale
Dopamina	Creier	Implicată în controlul unor funcții motorii
Serotonina	Creier, măduva spinării	Poate fi implicată în funcții mentale, ritmul circadian, reglarea somnului și a stării de veghe
Acidul gama-amino-butiric	Creier, măduva spinării	Inhibă diverși neuroni
Glicina	Măduva spinării	Inhibă diverși neuroni



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

**SECȚIUNEA A – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Sistemul nervos are două componente principale, numite sistem nervos central și \_\_\_\_\_.
2. Sistemul nervos central cuprinde creierul și \_\_\_\_\_.
3. Sistemul nervos periferic conține receptori localizați în \_\_\_\_\_.
4. Există 31 de perechi de nervi spinali și 12 perechi de \_\_\_\_\_.
5. Impulsurile nervoase din sistemul nervos central sunt transmise către glande și \_\_\_\_\_.
6. Cele două componente ale sistemului nervos periferic sunt componenta somatică și componenta \_\_\_\_\_.
7. Nervii senzitivi se mai numesc și \_\_\_\_\_.
8. Nervii motori se mai numesc și \_\_\_\_\_.
9. Un alt nume al celulei nervoase este \_\_\_\_\_.
10. Celulele de suport ale sistemului nervos se numesc \_\_\_\_\_.
11. În SNC, celulele gliale ce își înfășoară prelungirile citoplasmice în jurul prelungirilor neuronilor și formează teaca de mielină se numesc \_\_\_\_\_.
12. Celulele gliale cu formă stelată și cu procese alungite ce formează bariera hemato-encefalică se numesc \_\_\_\_\_.
13. Celulele gliale care fagocitează microorganisme se numesc \_\_\_\_\_.
14. În SNP, celulele gliale care se înfășoară în jurul prelungirilor neuronilor se numesc \_\_\_\_\_.
15. În sistemul nervos periferic, celulele Schwann formează \_\_\_\_\_.
16. Unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos este \_\_\_\_\_.
17. Neuronii cu mai multe dendrite și un singur axon se numesc \_\_\_\_\_.
18. Neuronii cu un axon și o singură dendrită se numesc \_\_\_\_\_.

19. Majoritatea neuronilor senzitivi sunt de tip \_\_\_\_\_.
20. Neuronii care transmit informații de la receptori către sistemul nervos central se numesc neuroni aferenți sau \_\_\_\_\_.
21. Neuronii motori transmit impulsurile de la sistemul nervos central către glande sau \_\_\_\_\_.
22. Neuronii motori se mai numesc și \_\_\_\_\_.
23. Neuronii ce conectează neuronii senzitivi cu cei motori sunt neuroni de asociație sau \_\_\_\_\_.
24. Nucleul și majoritatea organelor apar în acea parte a neuronului care este numită \_\_\_\_\_.
25. Proteinele sunt sintetizate de către reticulul endoplasmatic al neuronului, denumit și \_\_\_\_\_.
26. Impulsurile sunt conduse dinspre corpul celular de către o prelungire lungă numită \_\_\_\_\_.
27. O fibră nervoasă este alcătuită din fascicule de \_\_\_\_\_.
28. La capătul axonului se găsesc mii de ramificații microscopice numite \_\_\_\_\_.
29. Substanțele chimice eliberate la capătul axonilor se numesc \_\_\_\_\_.
30. Îvelișul care izolează axonul se numește \_\_\_\_\_.
31. Între mai multe celule Schwann succesive sau între prelungiri succesive ale oligodendrocitelor se află spații numite \_\_\_\_\_.
32. Deteriorarea mielinei poate avea ca rezultat o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
33. Porțiunea externă a tecii de mielină ce înconjoară axonul se numește \_\_\_\_\_.
34. Un nerv este alcătuit din câteva grupări de axoni și/sau dendrite, fiecare grupare fiind denumită și \_\_\_\_\_.
35. Corpurile celulare ale neuronilor sunt adesea grupate în structuri numite \_\_\_\_\_.
36. Prima activitate care are loc în cursul reacției organismului la un stimul se numește \_\_\_\_\_.
37. Un neuron ce nu transmite impulsuri nervoase este un \_\_\_\_\_.
38. Deoarece interiorul și exteriorul membranei unui neuron în repaus au sarcini electrice opuse, se spune că neuronul este \_\_\_\_\_.

39. Diferența de potențial electric din neuronul în repaus se numește \_\_\_\_\_.
40. În exteriorul membranei unui neuron în repaus există o mare concentrație de \_\_\_\_\_.
41. În exteriorul membranei unui neuron în repaus, sarcina electrică este \_\_\_\_\_.
42. Pentru a menține în funcțiune pompa de sodiu-potasiu, trebuie furnizată energie de către \_\_\_\_\_.
43. Un alt nume pentru impulsul nervos este \_\_\_\_\_.
44. După ce impulsul nervos s-a propagat mai departe în axon, membrana neuronului trebuie să se \_\_\_\_\_.
45. În stare depolarizată, se spune despre neuron că este \_\_\_\_\_.
46. Neuronii generează un impuls nervos de aceeași intensitate, indiferent de intensitatea stimulului; acest fenomen se numește \_\_\_\_\_.
47. Joncțiunea dintre doi neuroni se numește \_\_\_\_\_.
48. Spațiul din interiorul sinapsei în care sunt eliberați neurotransmițătorii se numește \_\_\_\_\_.
49. Neurotransmițătorul care stimulează mușchii la nivelul joncțiunii neuromusculare este \_\_\_\_\_.
50. Neurotransmițătorul eliberat de neuronii simpatici pentru a declanșa reacția „fight or flight” este \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:**

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din
  - A. creier și nervi cranieni
  - B. receptori senzoriali și nervi
  - C. creier și măduva spinării
  - D. măduva spinării și receptori senzoriali
2. Creierul și măduva spinării sunt componente ale
  - A. sistemului nervos periferic
  - B. sistemului nervos autonom
  - C. sistemului nervos senzorial
  - D. sistemului nervos central
3. Nervii simpatici și parasimpatici aparțin
  - A. sistemului nervos central
  - B. sistemului nervos senzorial
  - C. sistemului nervos autonom
  - D. sistemului nervos cranian

4. Următoarele sunt tipuri de nevroglii, *cu excepția*
  - A. astrocitelor
  - B. microgliilor
  - C. oligodendrocitelor
  - D. limfocitelor
5. Celulele Schwann sunt localizate pe neuroni
  - A. la nivelul corpilor Nissl
  - B. la nivelul prelungirilor
  - C. în astrocite
  - D. în nucleu
6. În sistemul nervos
  - A. se găsesc mai multe celule gliale decât neuroni
  - B. se găsesc mai mulți neuroni decât celule gliale
  - C. există același număr de neuroni și de celule gliale
  - D. nu se găsesc celule gliale
7. Neuronii bipolari au
  - A. un singur corp Nissl și un singur corp Golgi
  - B. doi ribozomi în fiecare corp celular
  - C. un axon și o dendrită
  - D. două origini în receptorii senzoriali
8. Următoarele afirmații despre interneuroni (neuroni de asociație) sunt adevărate, *cu excepția*
  - A. nu au axoni
  - B. se găsesc în sistemul nervos central
  - C. conectează între ei neuronii motori cu cei senzitivi
  - D. primesc informații de la neuronii senzitivi
9. Funcția dendritelor este
  - A. interpretarea impulsurilor nervoase
  - B. sinteza proteinelor
  - C. conțin nucleul celulei
  - D. conducerea impulsurilor nervoase spre corpul celular
10. Fasciculele de axoni se reunesc sub forma
  - A. fibrelor nervoase
  - B. dendritelor
  - C. neurilemelor
  - D. microgliilor
11. Neurotransmițătorii sunt eliberați de neuroni la nivelul
  - A. mitocondriilor
  - B. butonilor terminali ai dendritelor
  - C. butonilor terminali ai axonilor
  - D. corpilor Golgi

12. Axonul nu este înconjurat de mielină
  - A. la nivelul corpului celular
  - B. la nivelul nodurilor Ranvier
  - C. în creier
  - D. în sistemul nervos vegetativ
13. Scleroza multiplă este cauzată de
  - A. deteriorarea mielinei
  - B. absența terminațiilor axonale
  - C. incapacitatea de a elibera neurotransmițători
  - D. lipsa celulelor Schwann
14. Perinervul și epinervul sunt asociate cu
  - A. neurilema
  - B. dendritele
  - C. nervii
  - D. nevrogliile
15. Efectorii primari ai activității nervoase sunt
  - A. neuronii
  - B. oasele și glandele
  - C. axonii și dendritele
  - D. glandele și mușchii
16. Sinapsa apare
  - A. între corpul celular și axoni
  - B. numai în receptorii senzoriali
  - C. între dendrite și corpul celular
  - D. între doi neuroni
17. Într-un neuron în repaus, suprafața internă a membranei celulare
  - A. are o sarcină electrică pozitivă
  - B. nu are sarcină electrică
  - C. are o sarcină electrică negativă
  - D. are atât o sarcină pozitivă, cât și una negativă
18. Un neuron în repaus
  - A. este polarizat
  - B. nu are teacă de mielină
  - C. are axoni, dar nu are dendrite
  - D. nu are citoplasmă
19. Un impuls nervos reprezintă
  - A. un corp Nissl
  - B. potențialul de acțiune
  - C. potențialul de repaus
  - D. potențialul sinaptic

20. Ioni care mențin dezechilibrul ionic într-un neuron în repaus sunt
- sulfur și borul
  - oxigenul și carbonul
  - beriliul și radonul
  - potasiul și sodiul
21. Sub acțiunea unui stimul, membrana neuronală
- se contractă
  - se depolarizează
  - se extinde
  - începe să sintetizeze proteine
22. După trecerea impulsului, neuronul se repolarizează prin efluxul de
- izotopi de carbon
  - ioni de hidrogen
  - atomi de oxigen
  - ioni de potasiu
23. O sinapsă dintre un neuron și un mușchi se numește
- desmozom
  - joncțiune „gap”
  - joncțiune neuromusculară
  - joncțiune sinovială
24. Următoarele substanțe pot fi neurotransmițători, *cu excepția*
- pitresinei
  - noradrenalinei
  - acetilcolinei
  - dopaminei
25. După ce a fost utilizată într-o sinapsă, acetilcolina este
- lăsată neatinsă
  - descompusă
  - convertită într-o enzimă
  - convertită în ioni de potasiu

**SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

- Cele două componente principale ale sistemului nervos sunt sistemul nervos periferic și sistemul nervos intern.
- Nervii aferenți se mai numesc și nervi motori.
- Cele două tipuri principale de celule din sistemul nervos sunt neuronii și celulele gliale.

## 242 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

4. Oligodendrocitele cu formă stelată sunt celule gliale care contribuie la formarea barierei hematoencefalice prin prelungirile lor lungi.
5. Nevroglile au funcție de suport pentru celulele nervoase.
6. Neuronii cu o singură prelungire, care servește atât drept axon, cât și drept dendrită, se numesc neuroni bipolari.
7. Neuronii motori transmit impulsuri dinspre sistemul nervos periferic către mușchi și glande.
8. Una din funcțiile neuronilor de asociație este cea de conectare a neuronilor senzitivi cu cei aferenți.
9. Nucleul neuronului se găsește în axon.
10. Prolungirile neuronale specializate în recepționarea impulsurilor sunt axonii.
11. Un cordon nervos este un fascicul de axoni și/sau dendrite.
12. Substanțele chimice denumite neurotransmițători sunt eliberate de către neuroni la nivelul butonilor sinaptici.
13. La nivelul nodurilor Ranvier de la nivelul dendritelor există mielină.
14. Substanța albă cerebrală își datorcă culoarea citoplasmei ce înconjoară celulele nervoase.
15. Un ganglion este constituit dintr-o grupare de corpi neuronali.
16. Locul în care un axon se apropie de o dendrită, fără a intra în contact cu aceasta, se numește sinergism.
17. Un neuron în repaus este polarizat datorită diferenței dintre sarcinile electrice de pe fețele membranei sale celulare.
18. În exteriorul membranei celulare a unui neuron în repaus concentrația de ioni de hidrogen este de 10 ori mai mare decât în interiorul său.
19. Energia necesară pompei de sodiu-potasiu provine din moleculele de NAD din citoplasma neuronului.
20. Pentru a provoca un impuls nervos, un stimul alterează potențialul de repaus prin creșterea permeabilității membranei nucleare.
21. Un potențial de acțiune, o undă de depolarizare, reprezintă același lucru ca un impuls nervos.
22. Un impuls de aceeași intensitate va fi generat în celula nervoasă indiferent de puterea stimulului, odată ce pragul declanșării a fost atins. Acest fenomen poartă numele de legea intensității prag.
23. Fără neurotransmițători precum acetilcolina, un impuls nervos nu poate fi propagat într-o sinapsă.



24. Procesul de endocitoză permite eliberarea neurotransmițătorilor în fanta sinaptică.
25. Cei trei neurotransmițători din grupa catecolaminelor sunt dopamina, adrenalina și noradrenalina.

### SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Mary are scleroză multiplă. Nu își poate focaliza privirea decât cu greutate și se împiedică frecvent pe drumul spre muncă. Simptomele ei sunt provocate de demielinizarea neuronilor din sistemul nervos central. Care dintre celulele din sistemul nervos central al lui Mary sunt afectate în mod direct de boală? Care sunt efectele la nivel celular?

---

## RĂSPUNSURI

---

### SECȚIUNEA A - Completare

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. sistemul nervos periferic | 26. axon                        |
| 2. măduva spinării           | 27. axoni și/sau dendrite       |
| 3. organele de simț          | 28. terminații axonale          |
| 4. nervi cranieni            | 29. neurotransmițători          |
| 5. mușchi                    | 30. teaca de mielină            |
| 6. autonomă (vegetativă)     | 31. noduri Ranvier              |
| 7. aferenți                  | 32. scleroză multiplă           |
| 8. eferenți                  | 33. neurilemă                   |
| 9. neuronul                  | 34. fascicul                    |
| 10. celule gliale            | 35. ganglioni                   |
| 11. oligodendrocite          | 36. recepție                    |
| 12. astrocite                | 37. neuron în repaus            |
| 13. microglia                | 38. polarizat                   |
| 14. celule Schwann           | 39. potențial de repaus         |
| 15. teaca de mielină         | 40. ioni de sodiu               |
| 16. neuronul                 | 41. pozitivă                    |
| 17. neuroni multipolari      | 42. ATP                         |
| 18. neuroni bipolari         | 43. potențial de acțiune        |
| 19. pseudounipolar           | 44. repolarizeze                |
| 20. neuroni senzitivi        | 45. refractar                   |
| 21. mușchi                   | 46. legea „totul sau nimic”     |
| 22. neuroni eferenți         | 47. sinapsă                     |
| 23. interneuroni             | 48. fantă sinaptică             |
| 24. corpul celular           | 49. acetilcolina                |
| 25. corpul Nissl             | 50. noradrenalina/norepinefrina |

**SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere**

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. A  | 11. C | 16. D | 21. B |
| 2. D | 7. C  | 12. B | 17. C | 22. D |
| 3. C | 8. A  | 13. A | 18. A | 23. C |
| 4. D | 9. D  | 14. C | 19. B | 24. A |
| 5. B | 10. A | 15. D | 20. D | 25. B |

**SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals**

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1. central             | 14. mielinei           |
| 2. senzitivi           | 15. A                  |
| 3. A                   | 16. sinapsă            |
| 4. astrocitele         | 17. A                  |
| 5. A                   | 18. sodiu              |
| 6. pseudounipolari     | 19. ATP                |
| 7. central             | 20. membranci celulare |
| 8. motori sau eferenți | 21. A                  |
| 9. corpul cclular      | 22. „totul sau nimic”  |
| 10. dendritele         | 23. A                  |
| 11. o fibră nervoasă   | 24. exocitoză          |
| 12. A                  | 25. A                  |
| 13. nu există mielină  |                        |

**SECȚIUNEA D - Studiu de caz**

Scleroza multiplă atacă oligodendrocitele, acestea încetând să mai mielinizeze neuronii. Din această cauză, potențialele de acțiune sunt mai lente decât în mod normal, afectând coordonarea mișcărilor și recepționarea de informații vizuale în mod coordonat.



# Organizarea sistemului nervos

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organizarea sistemului nervos. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți substanța cenușie de cea albă;
- identificați straturile, spațiile și structurile asociate cu meningele și lichidul cefalorahidian;
- identificați zonele funcționale ale măduvei spinării;
- identificați structura, caracteristicile și funcțiile diferitelor componente ale creierului;
- localizați zonele funcționale ale creierului;
- caracterizați sistemul limbic;
- descrieți funcțiile nervilor cranieni și spinali;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Sistemul nervos central: măduva spinării, meningele și creierul
- Sistemul nervos periferic: nervii cranieni și nervii spinali
- Sistemul nervos autonom (vegetativ)
- Întrebări recapitulative

Sistemul nervos uman are două mari subdiviziuni: sistemul nervos central și sistemul nervos periferic (Tabelul 11.1).

**Sistemul nervos central (SNC)** este compus din creier și măduva spinării. Aceste organe sunt alcătuite în principal din corpi celulari și axoni aparținând interneuronilor. Craniul și coloana vertebrală protejează creierul, respectiv măduva spinării. Organele de simț sunt localizate în apropierea creierului (Capitolul 12), această proximitate reducând distanța pe care impulsurile nervoase trebuie să o străbată pentru a fi interpretate.

**Sistemul nervos periferic (SNP)** este alcătuit în principal din axonii și dendritele neuronilor senzitivi și motori. Corpii celulari ai acestor neuroni sunt localizați în sistemul nervos central sau în vecinătatea lui. Axonii și dendritele se extind pornind de la sistemul nervos central sub formă de **nervi**. Majoritatea nervilor sunt denumiți „micști” din cauza prezenței simultane a elementelor senzitive și a celor motorii. Sistemul nervos periferic informează sistemul nervos central despre stimulii primiți din mediul înconjurător și transmite răspunsurile către efectori (glande și mușchi).

**TABELUL 11.1 ORGANIZAREA SISTEMULUI NERVOS UMAN**

Sistemul nervos central	Sistemul nervos periferic
<b>Creierul</b>	Nervi cranieni ce aparțin creierului 1. Fibre somatice realizează conexiuni cu pielea și mușchii scheletici 2. Fibre vegetative ce relaționează cu organe viscerele
<b>Măduva spinării</b>	Nervi spinali cu originea în măduva spinării 1. Fibre somatice care conectează pielea și mușchii scheletici cu măduva spinării 2. Fibre vegetative care conectează organele viscerele cu măduva spinării

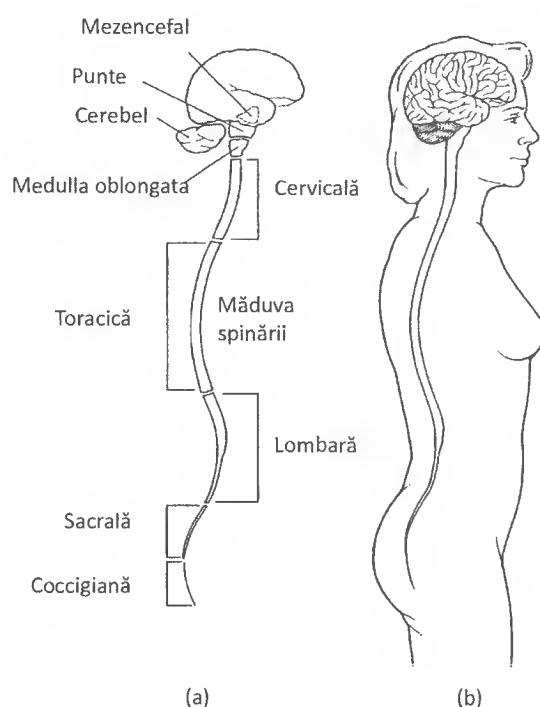
## SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Sistemul nervos central este principalul centru de interpretare a informației din organism. Este compus din creier, care se continuă cu măduva spinării.

### MĂDUVA SPINĂRII ȘI MENINGELE

La adultul normal, **măduva spinării** este un cordon de țesut nervos cu o lungime de aproximativ 45 cm (Figura 11.1). Se extinde în jos dinspre creier, prin canalul osos format de vertebre. Măduva spinării este o continuare a creierului, începând în locul în care țesutul nervos părăsește cutia craniană la nivelul foramen magnum (găurii mari) din osul occipital. Măduva spinării se subțiază la capăt și se termină în apropierea discului intervertebral ce separă prima și a doua vertebră lombară.

Partea superficială (externă) a măduvei spinării este albă („**substanța albă**”) datorită aglomerării de teci de mielină ce învelesc fibrele nervoase. Porțiunea internă este de culoare cenușie („**substanța cenușie**”) deoarece este alcătuită în principal din corpi neuronali și interneuroni amielinici.



**FIGURA 11.1** Anatomia generală a sistemului nervos central uman. (a) Principalele regiuni ale creierului și ale măduvei spinării. (b) Localizarea sistemului nervos central în organism.

Măduva spinării este înconjurată și protejată de trei membrane care poartă împreună numele de **meninge**: dura mater, arahnoida și pia mater. **Dura mater** este stratul exterior și conține un țesut conjunctiv fibros rezistent, cu multe vase de sânge și nervi. **Arahnoida** este un strat subțire, cu aspect de rețea, cu vase sanguine ce reabsorb lichidul cefalorahidian. **Pia mater** este un strat foarte subțire, bogat vascularizat (Figura 11.2).

Cele trei straturi meningeale se extind și dincolo de creier și formează compartimente.

Spațiul dintre arahnoidă și pia mater se numește **spațiu subarahnoidian** și conține un lichid clar, apos, numit **lichid cefalorahidian**. Acest lichid se regăsește și în canalul central (ependimar) al măduvei spinării și în interiorul cavităților (ventriculilor) creierului. Este un lichid asemănător cu limfa, ce servește nevoilor nutriționale și gazoase ale celulelor nervoase din SNC. Pentru a obține o probă din acest lichid în vederea efectuării analizelor când se suspectează o boală a sistemului nervos se folosește o procedură denumită „puncție rahidiană”.

Din părțile laterale ale măduvei spinării pornesc 31 de perechi de prelungiri numite **rădăcini nervoase**. Rădăcinile mai apropiate de partea dorsală a corpului se numesc **rădăcini nervoase dorsale**, aici găsim celulele și axonii nervilor senzitivi ce se îndreaptă spre măduva spinării. Rădăcinile mai apropiate de partea ventrală a corpului se numesc **rădăcini nervoase ventrale** (Figura 11.3). Ele conțin axonii neuronilor motori ce pleacă dinspre măduva spinării. Lezarea rădăcini-

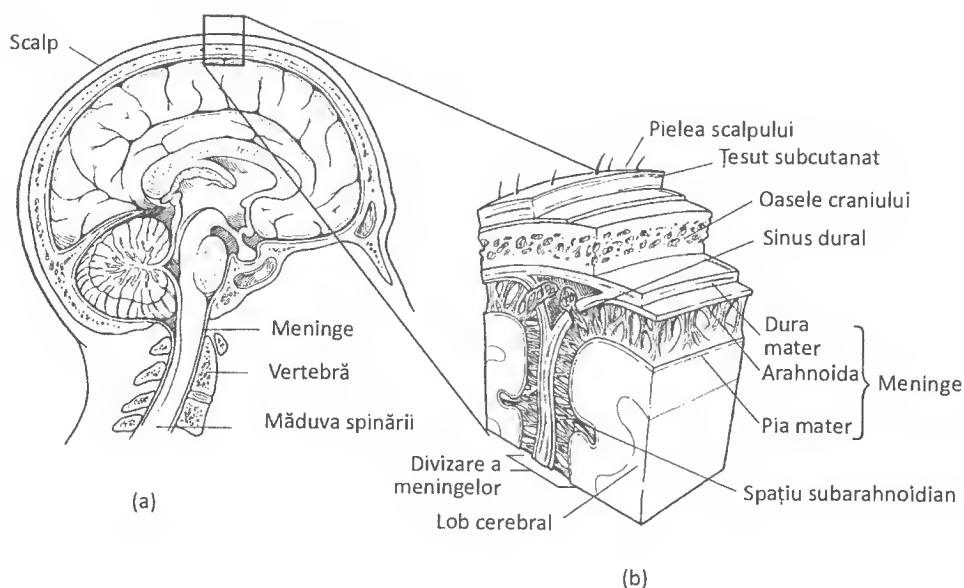
#### DE REȚINUT

Creierul și măduva spinării sunt învelite de trei straturi meningeale: dura mater, arahnoida și pia mater.

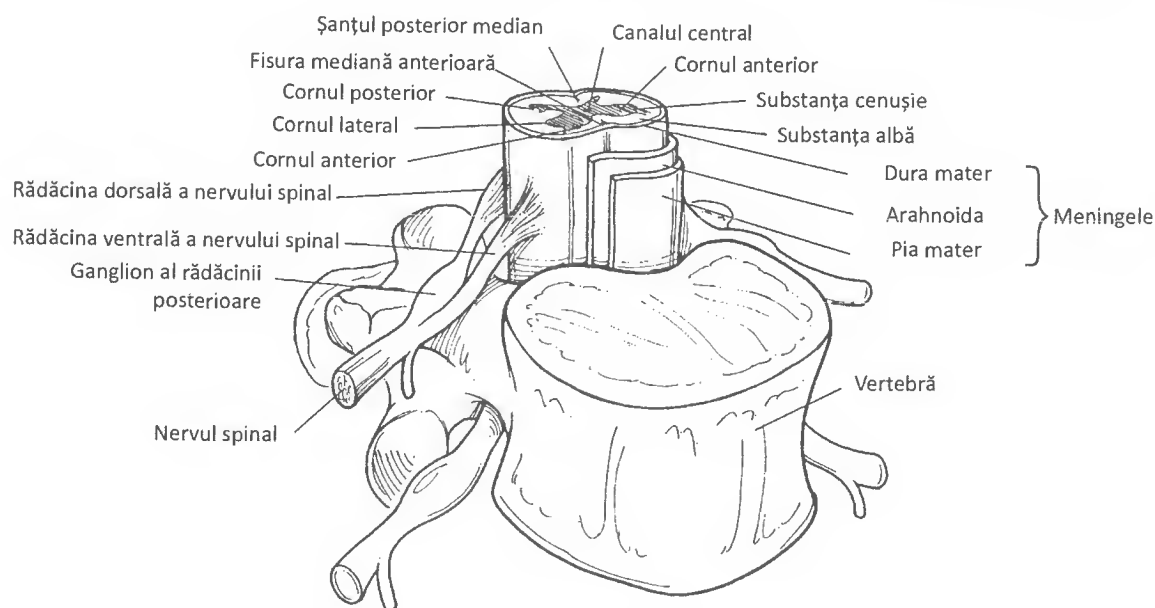
#### DE REȚINUT

Rădăcinile nervoase dorsale transmit informații senzitive, iar rădăcinile ventrale transmit comenzi spre mușchii scheletici.

lor dorsale are ca rezultat pierderea senzațiilor provenite de la receptori (**anestezie**), iar lezarea rădăcinilor ventrale duce la incapacitatea de a răspunde la stimuli (**paralizie**). Rădăcinile dorsale și ventrale iau naștere din **coarnele posterioare** și **anterioare** ale măduvei spinării.



**FIGURA 11.2** Structurile ce învelesc sistemul nervos. (a) Relațiile dintre creier și măduva spinării și oasele ce le înconjoară. (b) Detalii ale celor trei straturi ale meningelui.



**FIGURA 11.3** Secțiune transversală prin măduva spinării. Țesutul nervos este învelit de trei straturi meningeale și este înconjurat de vertebre. Observați rădăcinile nervoase dorsale și ventrale ce pleacă din măduva spinării (rădăcinile dorsale sunt dilatate din cauza prezenței corpurilor celulare ai neuronilor senzitivi). Rădăcinile își au originea în coarnele posterioare, respectiv anterioare.

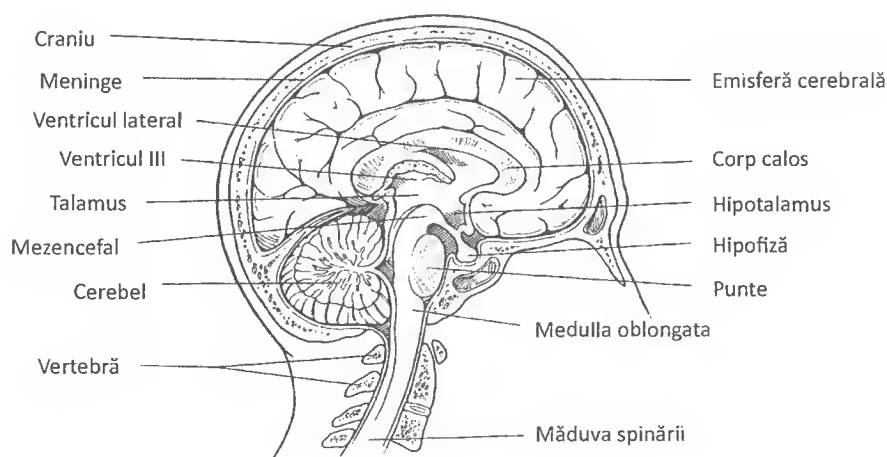
Măduva spinării are două funcții principale în coordonarea nervoasă, servind drept centru coordonator pentru arcul reflex și drept rețea de legătură între sistemul nervos periferic și creier. Această legătură este realizată de axonii interneuronilor ce pleacă din măduva spinării și au traiect ascendent, fiind grupați sub forma unor **tracturi nervoase** numite **tracturi ascendente**. Alte tracturi nervoase transportă informația dinspre creier înspre efectori (mușchi și glande), fiind denumite **tracturi descendente**. Aceste conexiuni nervoase furnizează un sistem de comunicație bidirecțională între creier, mușchi și glande.

## ENCEFALUL

Encefalul este centrul de organizare și procesare al sistemului nervos (Figura 11.4). Este, de asemenea, centrul conștienței, senzațiilor, memoriei și a coordonării. Encefalul recepționează impulsuri nervoase de la măduva spinării și de la cele 12 perechi de nervi cranieni ce inervează organele de simț, mușchii și glandele. În urma acestora, el generează reacții adecvate și le transmite prin intermediul neuronilor motori. Encefalul este, de asemenea, inițiatorul unor activități ca, spre exemplu, memoria.

Encefalul conține două **emisfere**, dreaptă și stângă. Este acoperit de meninge (ca și măduva spinării) și înconjurat de lichid cefalorahidian, care apare în cavitățile cerebrale (ventriculii cerebrali) și în spațiul subarahnoidian. Encefalul dispune și de o vastă rețea de capilare cu rol în schimbul de nutrimente și de gaze și în îndepărtarea produșilor reziduali. Acest organ consumă aproximativ 25% din cantitatea totală de oxigen utilizată în organism și este extrem de sensibil la scăderea nivelului de oxigen sau glucoză.

Zonelor superficiale și cele aflate în centrul encefalului poartă numele de „substanță cenușie”, deoarece sunt formate din corpii neuronilor și interneuroni amielinici. Aceste zone sunt conectate între ele de către axoni mielinici, denumiți „substanța albă” datorită culorii mielinei. Encefalul este împărțit în trei structuri principale: creierul, cerebelul și trunchiul cerebral.



**FIGURA 11.4** Encefalul uman în cutia craniană, în secțiune sagitală. Observați diversele structuri prezentate și relațiile dintre ele.

## CREIERUL

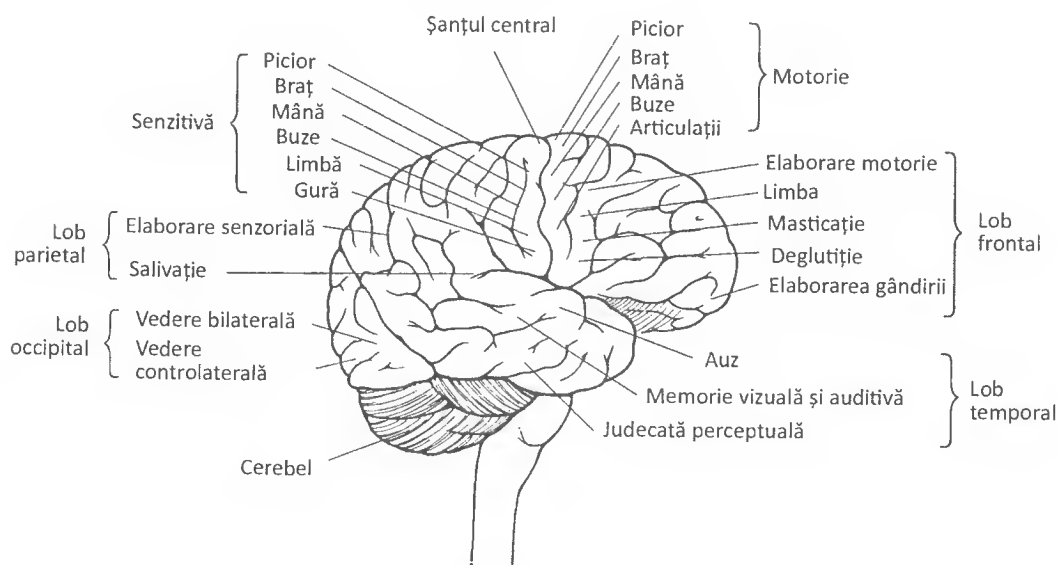
Creierul reprezintă cea mai mare parte a encefalului și conține centri nervoși senzitivi și motori. El controlează funcții mentale complexe și constă din două emisfere unite printr-o punte alcătuită din fibre nervoase numită **corp calos**. Suprafața emisferelor cerebrale conține numeroase **circumvoluțiuni**, numite și **girusuri**, și numeroase adâncituri. O adâncitură superficială este denumită **șanț**, iar una adâncă se numește **fisură**.

Emisferele cerebrale conțin peste 10 miliarde de neuroni. Fiecare emisferă este împărțită în patru lobi: **lobul frontal**, în partea anterioară; **lobul parietal**, în spatele lobului frontal, separat de acesta prin **șanțul central**; **lobul temporal**, situat sub lobul frontal și despărțit de acesta prin **șanțul lateral**, și **lobul occipital**, în partea posterioară a fiecărei emisfere. O altă zonă a emisferelor se numește **insulă**, fiind localizată profund și acoperită de unele porțiuni ale lobilor frontal, parietal și temporal.

Emisferele cerebrale conțin neuroni ce interpretează impulsurile provenite de la organele de simț și inițiază răspunsuri voluntare la stimuli. Ele sunt centrul rațiunii și al memoriei și determină, în mare măsură, inteligența și personalitatea unui individ.

**Aria motorie** principală este localizată în lobul frontal (Figura 11.5). Aici se găsesc neuroni piramidali de talie mare. Impulsurile provenite de la acești neuroni se încrucișează prin intermediul **tractului corticospinal** și stimulează ariile motorii ale organismului situate în partea opusă. **Aria lui Broca** este o regiune a lobului frontal răspunzătoare de activitatea motorie legată de vorbire și de planificarea vorbirii. **Ariile senzitive** se găsesc în mai mulți lobi. Aceste arii sunt răspunzătoare pentru senzații, sentimente și emoții. Lobii temporali conțin zone pentru auz, iar cei occipitali, zone pentru vâz. Aria responsabilă pentru simțul mirosului este situată profund, în interiorul emisferelor cerebrale.

Alte regiuni ale creierului, în special arii ale lobului frontal, sunt asociate cu învățarea, rațiunea, anticiparea și creativitatea. Anumite regiuni ale lobilor parietali răspund de înțelegerea vorbirii și exprimarea ideilor. Senzațiile vizuale sunt interpretate în lobii occipitali.



**FIGURA 11.5** O vedere din lateral dreapta a creierului evidențiind lobi și ariile importante, precum și funcțiile controlate de acestea.



În emisferile cerebrale se găsesc o serie de cavități interconectate numite **ventriculi**. Ventruculi conțin lichid cefalorahidian, ce servește nevoilor nutriționale ale celulelor nervoase și se varsă în canalul central al măduvei spinării. Există doi ventriculi laterali în interiorul emisferelor, iar un al treilea se găsește în apropierea corpului calos. Al patrulea ventricul este localizat în trunchiul cerebral (Figura 11.6).

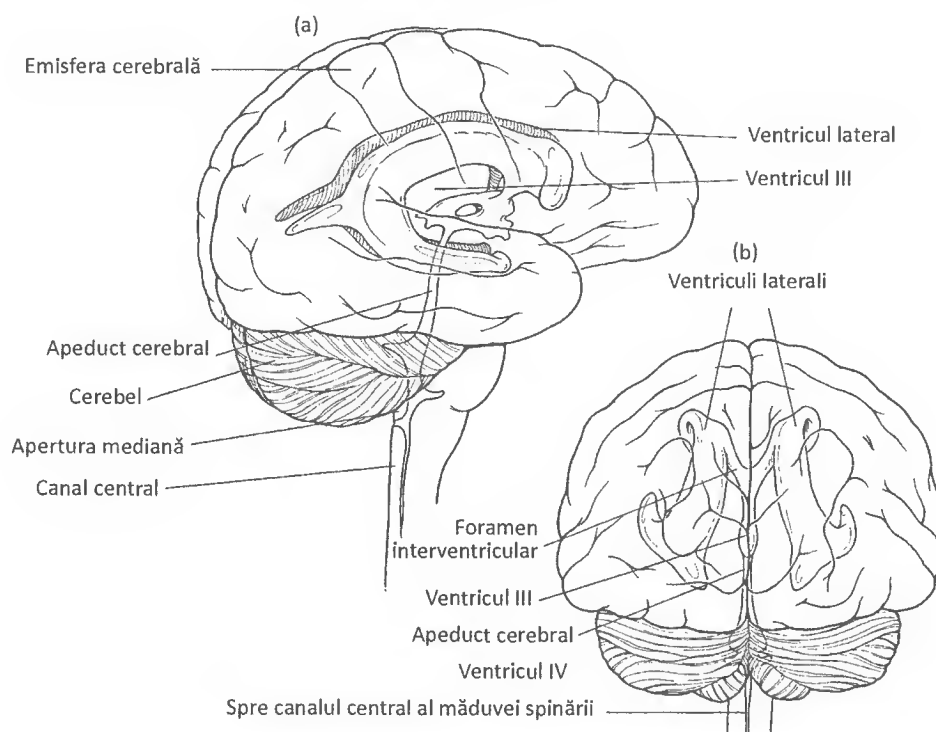


FIGURA 11.6 Ventruculi cerebrali: (a) Vedere laterală stânga; (b) Vedere dorsală.

## CEREBELUL

**Cerebelul** este o masă de substanță cenușie și albă, situată înapoia trunchiului cerebral, care coordonează activitățile motorii. Cerebelul primește stimuli de la creier și de la receptorii senzoriali pentru a determina ce mușchi trebuie să se contracte. Spre exemplu, în timpul mersului, cerebelul determină care mușchi trebuie utilizați, precum și secvența și intensitatea contracțiilor.

Cerebelul constă din două emisfere separate parțial de către un strat de dura mater. Cerebelul comunică cu alte părți ale sistemului nervos central prin intermediul a trei tracturi nervoase denumite **pedunculi cerebelari**. În calitate de centru reflex pentru coordonarea activității mușchilor scheletici, cerebelul ajută la menținerea posturii și la secvențialitatea mersului.

## DIENCEFALUL

**Diencefalul** este regiunea situată deasupra mezencefalului, între emisferile cerebrale. Cuprinde în interior ventriculul al treilea și este organizat sub formă de mase de substanță cenușie denumite **nuclei**. Unul dintre aceștia, numit **talamus**, este un centru integrativ al impulsurilor senzitive (Tabelul 11.2 prezintă, pe scurt, aceste funcții).

TABELUL 11.2 O PREZENTARE CONCISĂ A COMPONENTELOR CREIERULUI ȘI A FUNCȚIILOR ACESTORA

Componentă	Funcții specifice
<b>Bulbul rahidian / Medulla oblongata</b>	Primește și integrează semnale de la măduva spinării; Trimite semnale către cerebel și talamus; Conține centri ce reglează frecvența cardiacă, presiunea sanguină, frecvența respiratorie, tusea și alte activități involuntare
<b>Puntea</b>	Are funcție de releu între medulla oblongata și părțile superioare ale creierului, între emisferele cerebelare și între cerebel și emisferele cerebrale
<b>Mezencefalul</b>	Are funcție de releu pentru semnalele senzitive între măduva spinării și talamus, și pentru semnalele motorii între cortexul cerebral, punte și măduva spinării; Controlează mișcările reflexe ale capului și ale globilor oculari ca răspuns la stimuli vizuali; Controlează mișcările reflexe ale capului și trunchiului ca răspuns la stimuli auditivi
<b>Talamusul</b>	Dirigionează toate semnalele senzoriale (cu excepția mirosului) spre cortexul cerebral; Dirigionează semnalele motorii dinspre cortexul cerebral înspre măduva spinării; Dirigionează către cortexul cerebral semnale care mențin starea de veghe; Procesează senzații brute
<b>Hipotalamusul</b>	Primește semnale senzoriale de la organele interne prin intermediul talamusului și utilizează aceste semnale pentru a controla acțiunile sistemului nervos vegetativ, și glanda hipofiză (pituitară), menținând astfel homeostazia organismului; Furnizează o corelare structurală și funcțională între sistemul nervos și cel endocrin prin relația cu glanda hipofiză; Împreună cu sistemul limbic, participă la reacția fiziologică față de experiențele emoționale
<b>Cerebelul</b>	Primește semnale senzoriale de la ochi; Coordonează echilibrul și receptorii din mușchi, tendoane și articulații, relaționați cu activitatea motorie
<b>Creierul</b>	Conține arii care recepționează și integrează semnale senzoriale (aria senzitivă somatică, aria vizuală, aria auditivă) și care inițiază semnale motorii pentru mișcări voluntare (aria somatică motorie, aria vorbirii); Conține arii de asociație în care sunt interpretate semnalele senzoriale, sunt stocate amintirile și au loc procese complexe de procesare; Conține tracturi de fibre de asociație care au rol de releu între cortexul cerebral și alte zone ale sistemului nervos
<b>Nucleii bazali</b>	Ajută la controlarea tonusului muscular și la coordonarea mișcărilor voluntare
<b>Sistemul limbic</b>	Conține centrul plăcerii și pedepsei; Are rol în generarea sentimentelor și emoțiilor; Hipocampus stabilește care amintiri sunt stocate
<b>Formațiunea reticulară</b>	Conține nuclei implicați în starea de veghe și somn

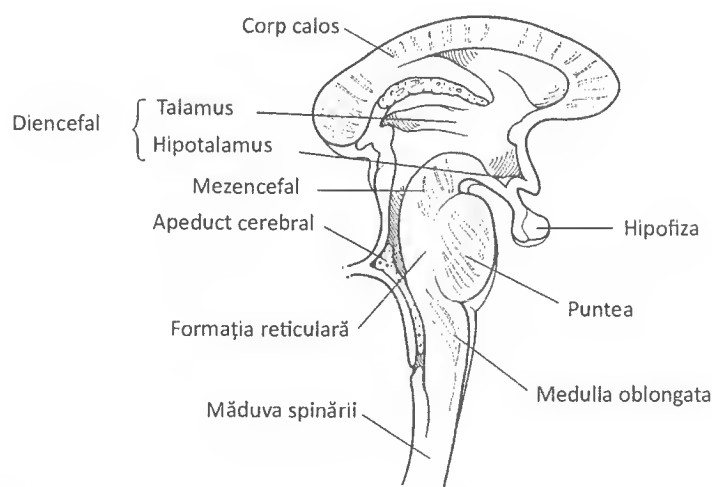
O altă parte componentă a diencefalului este **hipotalamusul**. Acesta transmite și primește semnale spre și dinspre creier și talamus. Neuronii hipotalamusului produc hormoni, printre care și pe cei ce controlează glanda hipofiză (pituitară). Unii din acești hormoni sunt stocați în glanda hipofiză, care îi și eliberează. Acești hormoni reglează activitatea mai multor organe viscerele. Senzația de foame, reglarea greutății, temperaturii corporale și echilibrului hidric sunt, de asemenea, asociate cu hipotalamusul.

**Sistemul limbic** cuprinde o serie de structuri situate în jurul trunchiului cerebral. El este implicat în emoțiile legate de supraviețuire, fiind astfel asociat cu sentimente precum teama, furia, plăcerea și supărarea. Prin urmare, poate avea o influență substanțială asupra comportamentului unei persoane.

## TRUNCHIUL CEREBRAL

Țesutul nervos care conectează creierul cu măduva spinării conține un număr de structuri cunoscute sub numele colectiv de **trunchi cerebral**. Acestea sunt mezencefalul, puntea și bulbul rahidian (medulla oblongata).

**Mezencefalul** este situat între punte și diencefal (Figura 11.7). Fibrele nervoase ale mezencefalului se unesc cu celelalte segmente ale trunchiului cerebral și ale măduvei spinării în traseul lor spre creier, iar neuronii localizați aici au funcția de centri reflexi. Pe partea inferioară a mezencefalului se găsesc tracturi corticospinale care unesc creierul cu măduva spinării.



**FIGURA 11.7** Componentele trunchiului cerebral și ale diencefalului. În sens descendent, principalele structuri sunt diencefalul, mezencefalul, puntea și bulbul rahidian (medulla oblongata).

Trunchiul cerebral prezintă o proeminență denumită **punte**, care separă mezencefalul de bulbul rahidian (medulla oblongata). Puntea conține în principal fibre nervoase care transmit mesaje dinspre medulla oblongata înspre creier și înapoi.

**Bulbul rahidian (medulla oblongata)** este partea superioară, dilatată, a măduvei spinării, care o conectează cu restul structurilor aflate în cutia craniană. Acesta reprezintă un pasaj pentru nervii care vin de la creier și trec prin bulb spre măduva spinării. Toate fibrele nervoase descendente trec prin medulla oblongata; unele dintre aceste fibre se intersectează formând **decusația piramidală**. Datorită acestei decusații, impulsurile

nervoase provenite dintr-o parte a corpului ajung la emisfera cerebrală de pe partea opusă. În medulla oblongata se găsește cel de-al patrulea ventricul.

În interiorul bulbului rahidian (medulla oblongata) se găsesc nucleele ce servesc drept centri de control ai unor activități precum contracția cardiacă, vasoconstricția, reglarea respirației, strănutul, tusea, voma și deglutiția.

Medulla oblongata conține și o rețea de fibre nervoase numite **formațiunea reticulară**, care se extind în punte și mezencefal. Aceste fibre sunt răspunzătoare pentru activarea cortexului cerebral la primirea impulsurilor senzoriale. Prin urmare, ele pregătesc cortexul pentru interpretarea acestor impulsuri și stimulează procesele cognitive.

## SISTEMUL NERVOS PERIFERIC

Creierul și măduva spinării sunt conectate cu celelalte părți ale corpului și cu mediul înconjurător prin intermediul unui complex de nervi și celule nervoase numit **sistem nervos periferic**. Acesta conține totalitatea țesutului nervos aflat în afara creierului și a măduvei spinării, fiind compus în principal din nervi periferici, ganglionii asociați cu aceștia și receptorii senzoriali. Fibrele nervoase pot fi aferente sau eferente. **Fibrele nervoase aferente** conduc impulsurile nervoase înspre sistemul nervos central, iar **fibrele nervoase eferente** le conduc în sens invers. Aproape toți nervii periferici sunt nervi micști, conținând ambele tipuri de fibre. Fibrele aferente (senzitive) iau naștere în structurile senzitive. Fibrele eferente (motorii) iau naștere din sistemul nervos central și cuprind fibre somatice și fibre autonome (vegetative). **Fibrele nervoase somatice** inervează mușchii scheletici, pe când **fibrele nervoase autonome (vegetative)** inervează mușchii netezi, mușchiul cardiac și glandele.

## NERVII CRANIENI ȘI SPINALI

**Sistemul nervos periferic** transmite impulsuri nervoase senzitive către sistemul nervos central, unde acestea sunt interpretate. Acest sistem transmite și impulsuri provenite de la sistemul nervos central către efectori (mușchi și glande), în cazul în care este necesară o reacție. Prin intermediul acestui sistem, suntem în permanență relaționați cu mediul înconjurător și putem reacționa la modificările acestuia.

Sistemul nervos periferic este alcătuit din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Cele 12 perechi de **nervi cranieni** aparțin diferitelor zone ale encefalului și trec pe dedesubtul creierului (Figura 11.8).

Majoritatea nervilor cranieni conțin atât axoni motori, cât și axoni senzitivi, dar unii conțin doar axoni senzitivi, ca de exemplu nervii olfactivi și optici. Alți nervi cranieni, ce controlează în principal efectorii, conțin axoni motori.

Nervii cranieni sunt denumiți utilizând numere și nume separate pentru fiecare (Tabelul 11.3 indică numele, numerele și funcțiile nervilor cranieni). Corpii neuronilor senzitivi se află grupați sub forma unor mase nervoase localizate în afara creierului, numite **ganglioni**. Corpii neuronilor motori sunt situați de obicei în substanța cenușie. Nervul optic este, de fapt, o extensie a creierului, învelit de meninge și mielinizat de către oligodendrocite, astfel încât lui nu i se aplică această descriere.

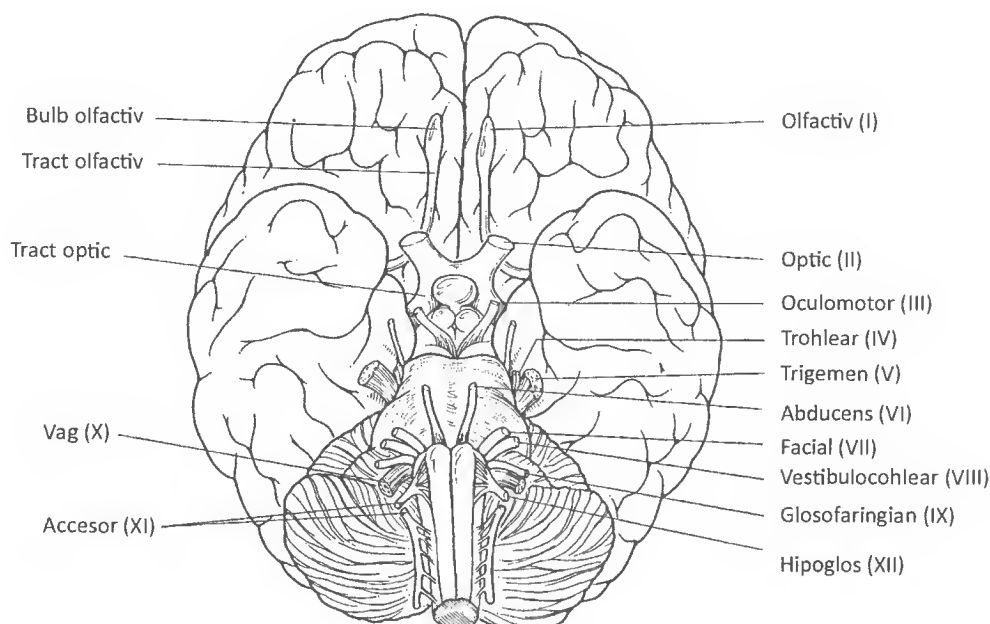


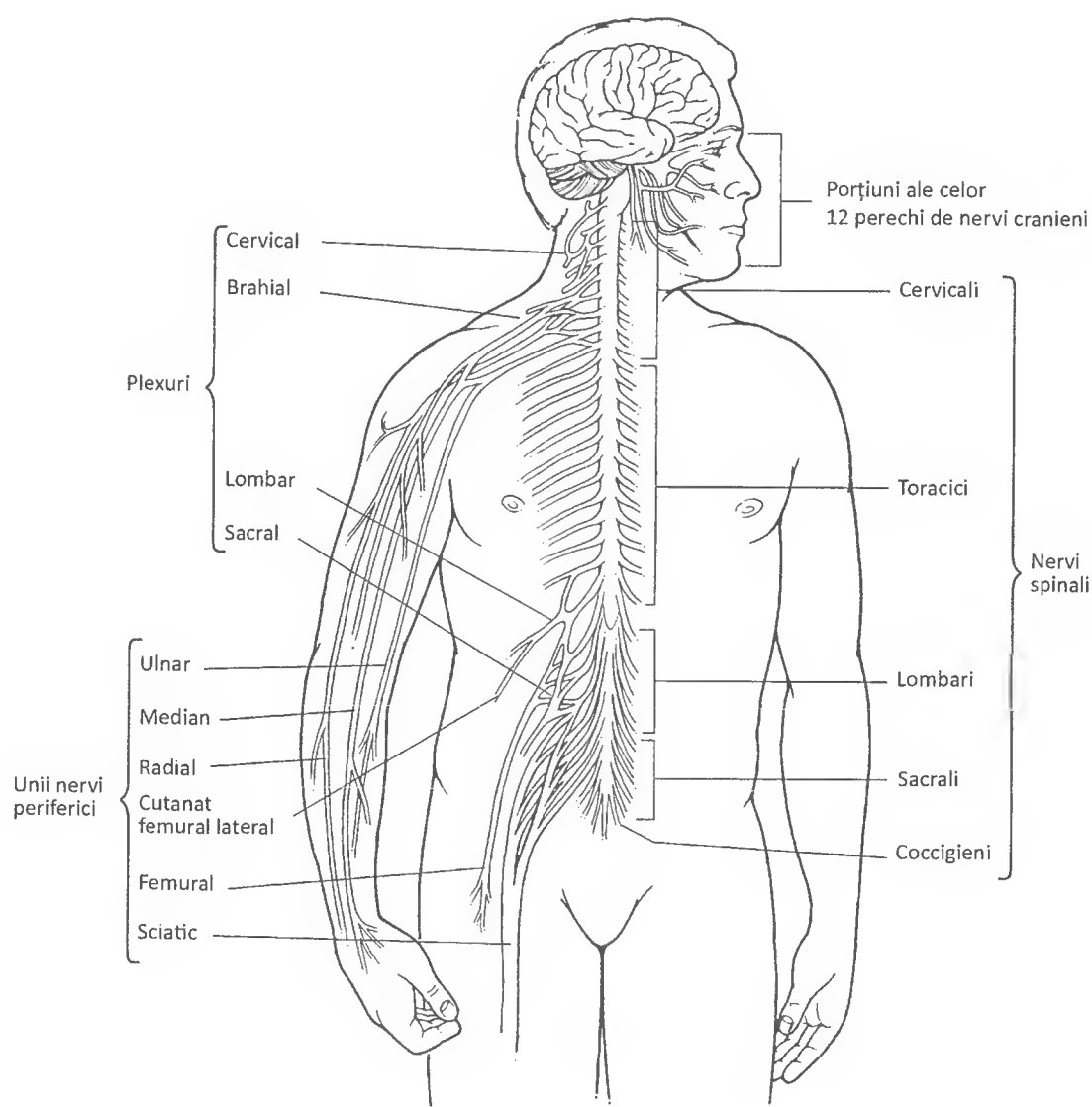
FIGURA 11.8 Descrierea celor 12 perechi de nervi cranieni și originea aparentă a acestora.

TABELUL 11.3 NERVII CRANIENI

Număr	Nume	Funcție (s=senzitiv, m=motor)	Origine aparentă (locul unde nervul devine vizibil)
I	Olfactiv	(s) Miros	Emisfere cerebrale
II	Optic	(s) Văz	Diencefal
III	Oculomotor	(m) Mișcări oculare	Între punte și mezencefal
IV	Trohlear	(m) Mișcări oculare	Mezencefal
V	Trigemini	(m) Masticație (s) Sensibilitatea feței, a dinților și a limbii	Punte
VI	Abducens	(m) Mișcări oculare	Între bulb rahidian și punte
VII	Facial	(m) Mișcări faciale	Între bulb rahidian și punte
VIII	Vestibulo-cohlear (auditiv)	(s) Auz (s) Echilibru	Între bulb rahidian și punte
IX	Glosotaringian	(s, m) Limbă, faringe	Bulb rahidian
X	Vag	(s, m) Inimă, vase de sânge, viscere	Bulb rahidian
XI	Accesor	(m) Mușchii gâtului	Bulb rahidian
XII	Hipoglos	(m) Mușchii limbii	Bulb rahidian

Sistemul nervos periferic include și 31 de perechi de **nervi spinali** care asigură comunicarea dintre măduva spinării și diverse părți ale corpului. Nervii spinali sunt grupați în nervi cervicali (8 perechi), nervi toracici (12 perechi), nervi lombari (5 perechi), nervi sacrali (5 perechi) și nervi coccigieni (1 pereche) (Figura 11.9).

Emergența nervilor spinali din măduva spinării are loc prin intermediul **rădăcinilor dorsale și ventrale**, provenite din **coarnele posterioare și anterioare**. Rădăcina dorsală conține un ganglion în care se află corpii celulari ai neuronilor senzitivi. Rădăcina ventrală nu prezintă ganglioni, deoarece corpii neuronali se află în substanța cenușie a măduvei spinării (Tabelul 11.4 prezintă o comparație între nervii cranieni și cei spinali).



**FIGURA 11.9** Sistemul nervos periferic, compus din 12 perechi de nervi cranieni și 31 de perechi de nervi spinali. Observați plexul cervical și cel brahial.

TABELUL 11.4 COMPARAȚIE ÎNTRE NERVII CRANIENI ȘI CEI SPINALI

Caracteristică	Nerv cranian	Nerv spinal
Origine aparentă	Baza encefalului	Măduva spinării
Distribuție	Predominant cap și gât	Pielea, mușchii scheletici, articulații, vase sanguine, glande sudoripare, mucoase (cu excepția capului și gâtului)
Structură	Nervii senzitivi au doar fibre senzitive, cei motori doar fibre motorii, iar cei micști conțin fibre senzitive și motorii; o parte dintre aceștia conțin fibre aparținând sistemului nervos vegetativ	Nervii spinali sunt micști, conținând atât fibre senzitive, cât și motorii; aceștia pot fi somatici sau vegetativi
Funcție	Văz, auz, miros, gust, mișcări oculare	Simț, mișcări, transpirație

Nervii spinali se combină temporar înainte de a ajunge la destinație, formând rețele complexe numite **plexuri**. În interiorul acestora, fibre provenite de la mai mulți nervi sunt interconectate. Cele patru plexuri majore sunt: plexul cervical, plexul brahial, plexul lombar și sacral (Figura 11.9).

## SISTEMUL NERVOS AUTONOM (VEGETATIV)

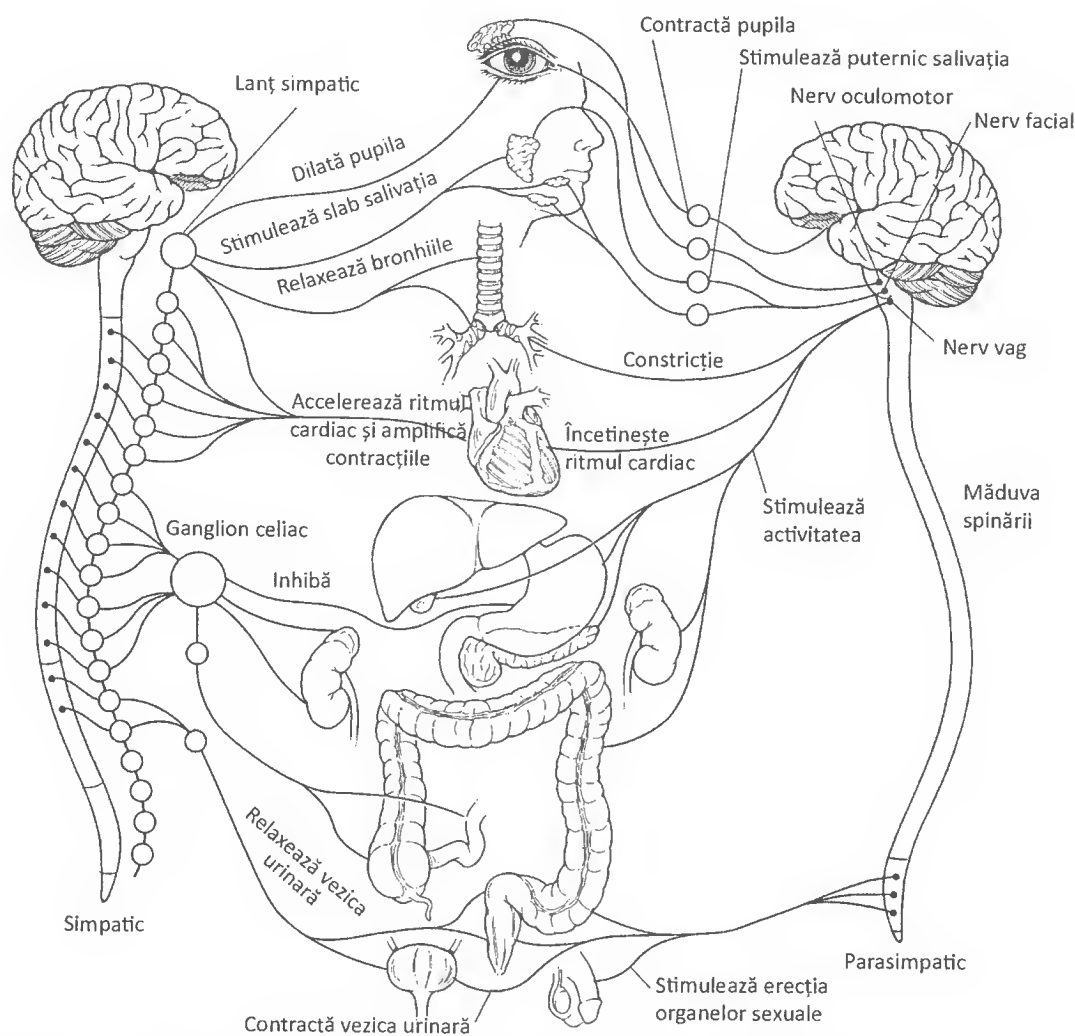
Sistemul nervos autonom operează **involuntar**, fără control conștient. Această componentă a sistemului nervos coordonează funcțiile homeostatice ale unor organe viscerale precum inima, mușchiul neted și glandele viscerale.

Sistemul nervos vegetativ cuprinde două tipuri de neuroni motori și ganglioni atașați acestora. Primul tip, neuronii motori iau naștere în sistemul nervos central și se întind până la ganglioni, fiind denumiți **neuroni preganglionari** sau fibre preganglionare. Cel de-al doilea tip de neuroni pornesc din ganglioni și ajung la organele corpului, fiind numiți **neuroni postganglionari** sau fibre postganglionare. Toți acești neuroni fac parte din SNP.

Sistemul nervos vegetativ are o componentă simpatică și una parasimpatică (Figura 11.10). Nervii componentei **simpatice** au efecte identice cu ale adrenalinei (Capitolul 13), pregătind organismul pentru situații de urgență. Impulsurile simpatice trimise mușchilor cresc ritmul cardiac, provoacă vasoconstricție și dilatarea pupilelor și au și alte efecte adecvate situațiilor de criză. Impulsurile componentei **parasimpatice** determină revenirea organismului la normal. Aceste impulsuri încetinesc ritmul cardiac, dilată arterele, provoacă constricția pupilelor, stimulează digestia și ajustează funcțiile altor organe. În acest sens, ele restabilesc homeostazia organismului (Tabelul 11.5 compară cele două componente).

### DE REȚINUT

Componenta simpatică își exercită efectele prin intermediul adrenalinei/noradrenalinei. Componenta parasimpatică utilizează acetilcolina.



**FIGURA 11.10** Cele două componente ale sistemului nervos vegetativ. Nervii sistemului simpatic (stânga) pregătesc organismul pentru situații de urgență. Observați că acest sistem constă din nervi pre- și postganglionari. Nervii componenteii parasimpatice (dreapta) determină revenirea organismului la normal.

Efectele diferite ale componentelor simpatice și parasimpatice se datorează parțial **neurotransmițătorilor** secretați. Fibrele preganglionare ale ambelor componente și fibrele postganglionare parasimpatice secretă **acetilcolină**, iar fibrele postganglionare simpatice secretă noradrenalină. De aceea, fibrele postganglionare simpatice sunt denumite fibre **adrenergice**, iar fibrele postganglionare parasimpatice se numesc și fibre **colinergice**.

Cele două componente ale sistemului nervos autonom sunt antagoniste, dar nu în totalitate, pentru că fiecare componentă poate activa anumiți efectori în timp ce îi inhibă pe alții. Majoritatea activității sistemului nervos autonom este involuntară, dar creierul păstrează un oarecare control asupra acestuia.



TABELUL 11.5 COMPARAȚIE ÎNTRE COMPONENTA SIMPATICĂ ȘI CEA PARASIMPATICĂ

Caracteristică	Sistemul simpatic	Sistemul parasimpatic
<b>Efectul general</b>	Pregătește organismul pentru situații stresante; Mediază aspectul anormal al funcțiilor organismului	Determină revenirea organismului la normal după încetarea situației stresante; Menține în mod activ aspectul normal al funcțiilor organismului
<b>Extinderea efectului</b>	În tot organismul	Localizat în țesuturi
<b>Neurotransmițător</b>	Noradrenalină (de obicei)	Acetilcolină
<b>Originea în SNC</b>	Nivelul cervico-toraco-lombar al măduvei spinării	Nivelul cranio-sacral (din creier și măduva spinării)
<b>Localizarea ganglionilor</b>	Lanțuri ganglionare și ganglioni colaterali	Rădăcinile nervilor cranieni III, VII, IX, X; Ganglioni terminali
<b>Numărul fibrelor postganglionare</b>	Multe	Puține



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

**SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale creierului.

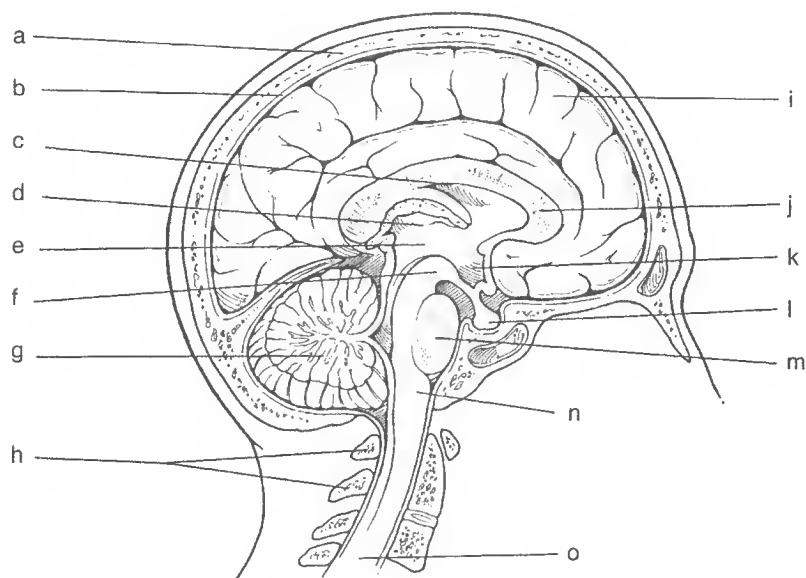


FIGURA 11.11

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| ___ 1. cerebel             | ___ 9. glandă hipofiză  |
| ___ 2. emisfere cerebrale  | ___ 10. punte           |
| ___ 3. corp calos          | ___ 11. cutie craniană  |
| ___ 4. hipotalamus         | ___ 12. măduva spinării |
| ___ 5. ventriculi laterali | ___ 13. talamus         |
| ___ 6. medulla oblongata   | ___ 14. ventricul III   |
| ___ 7. meninge             | ___ 15. vertebră        |
| ___ 8. mezencefal          |                         |

Identificați corect literele corespunzătoare nervilor cranieni și originii lor aparente.

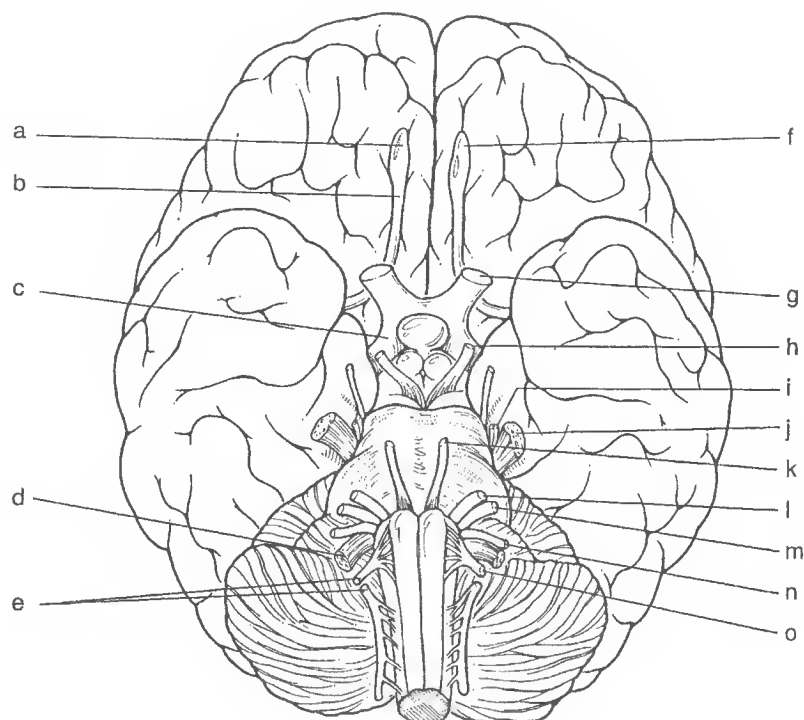


FIGURA 11.12

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| ___ 1. nervul abducens (VI)       | ___ 9. tractul olfactiv                  |
| ___ 2. nervul accesoriu (XI)      | ___ 10. nervul optic (II)                |
| ___ 3. nervul facial (VII)        | ___ 11. tractul optic                    |
| ___ 4. nervul glosotaringian (IX) | ___ 12. nervul trigemen (V)              |
| ___ 5. nervul hipoglos (XII)      | ___ 13. nervul trohlear (IV)             |
| ___ 6. nervul oculomotor (III)    | ___ 14. nervul vag (X)                   |
| ___ 7. bulbul olfactiv            | ___ 15. nervul vestibulo-cochlear (VIII) |
| ___ 8. nervul olfactiv (I)        |  |

**SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Creierul și măduva spinării sunt componente ale \_\_\_\_\_.
2. Substanța cenușie a creierului și a măduvei spinării este alcătuită din \_\_\_\_\_.
3. Sistemul nervos periferic este alcătuit în principal din dendrite ale neuronilor senzitivi și axoni ai \_\_\_\_\_.

**262 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină**

4. Axonii și dendritele se extind dinspre măduva spinării înspre efectori (mușchi și glande), formând \_\_\_\_\_.
5. Măduva spinării este situată într-un canal osos format de \_\_\_\_\_.
6. Măduva spinării se continuă în sus cu \_\_\_\_\_.
7. Partea internă a măduvei spinării este alcătuită din substanță cenușie, iar cea superficială (externă) din \_\_\_\_\_.
8. Cele trei membrane care învelesc și protejează măduva spinării poartă împreună numele de \_\_\_\_\_.
9. Cea mai superficială membrană ce învelește măduva spinării este \_\_\_\_\_.
10. Membrana internă ce învelește măduva spinării și este bogat vascularizată se numește \_\_\_\_\_.
11. Lichidul clar, apos aflat în canalul central al măduvei spinării se numește \_\_\_\_\_.
12. Rădăcinile nervoase ventrale ale măduvei spinării conțin axonii \_\_\_\_\_.
13. Lezarea rădăcinilor nervoase ventrale ale măduvei spinării provoacă \_\_\_\_\_.
14. Tracturile nervoase ce transportă informații dinspre creier prin măduva spinării se numesc \_\_\_\_\_.
15. Măduva spinării este centrul de coordonare al \_\_\_\_\_.
16. Creierul primește impulsuri de la măduva spinării și de la 12 perechi de \_\_\_\_\_.
17. Creierul are două \_\_\_\_\_.
18. La nivelul creierului lichidul cefalorahidian circulă prin cavități și prin \_\_\_\_\_.
19. Creierul consumă aproximativ un sfert din cantitatea totală de \_\_\_\_\_ utilizată în organism.
20. Partea superficială (externă) a encefalului este alcătuită în principal din \_\_\_\_\_.
21. Circumvoluțiunile cerebrale se mai numesc și \_\_\_\_\_.
22. Porțiunea anterioară a fiecărei emisfere cerebrale este ocupată de lobul \_\_\_\_\_.
23. În partea posterioară a emisferelor cerebrale se află lobul \_\_\_\_\_.

24. Regiunea lobului frontal implicată în activitățile motorii ale vorbirii este \_\_\_\_\_.
25. Simțul mirosului este localizat într-o porțiune situată profund, în interiorul \_\_\_\_\_.
26. Interpretarea informațiilor vizuale are loc în lobul \_\_\_\_\_.
27. Cavitățile localizate în creier sunt denumite \_\_\_\_\_.
28. Organul situat în spatele trunchiului cerebral, ce coordonează activitatea motorie, este \_\_\_\_\_.
29. Cerebelul este alcătuit din două \_\_\_\_\_ laterale.
30. Fiind un centru reflex pentru coordonarea activității musculare, cerebelul ajută la menținerea \_\_\_\_\_.
31. Diencefalul este alcătuit din mase de substanță cenușie numite \_\_\_\_\_.
32. Structura diencefalică ce trimite impulsurile senzoriale mai departe în creier se numește \_\_\_\_\_.
33. Structura diencefalică ce sintetizează hormoni care vor fi depozitați și eliberați de către glanda hipofiză este \_\_\_\_\_.
34. Experiențele emoționale precum teama, furia, plăcerea și supărarea sunt controlate de către un inel de țesut nervos denumit \_\_\_\_\_.
35. Protuberanța rotunjită ce separă mezencefalul de bulbul rahidian este \_\_\_\_\_.
36. Porțiunea dilatată ce leagă creierul de măduva spinării este \_\_\_\_\_.
37. În creier, impulsurile nervoase se încrucișează la nivelul \_\_\_\_\_.
38. Rețeaua de fibre nervoase din bulbul rahidian ce activează cortexul cerebral se numește \_\_\_\_\_.
39. Sistemul nervos periferic este alcătuit din nervi spinali și \_\_\_\_\_.
40. Corpul uman are \_\_\_\_\_ nervi spinali.
41. Nervul cranian asociat cu mirosul este \_\_\_\_\_.
42. Nervul cranian ce controlează masticția, senzațiile și mișcările feței, ale dinților și ale limbii este \_\_\_\_\_.
43. Nervul cranian mixt ce controlează inima, vasele sanguine și viscerele este \_\_\_\_\_.

44. Corpii celulari ai neuronilor din afara creierului și măduvei spinării se grupează în \_\_\_\_\_.
45. Nervii spinali comunică impulsuri nervoase între diverse părți ale corpului și \_\_\_\_\_.
46. Locul în care nervii spinali se combină între ei se numește \_\_\_\_\_.
47. Sistemul nervos autonom acționează \_\_\_\_\_.
48. Fibrele nervoase autonome dintre ganglioni și organe se numesc fibre \_\_\_\_\_.
49. Nervii simpatici au aceleași efecte ca \_\_\_\_\_.
50. După încetarea unei situații stresante, organismul este readus la starea inițială de către \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Interneuronii alcătuiesc cea mai mare parte din
  - A. sistemul nervos periferic
  - B. sistemul nervos senzitiv
  - C. sistemul nervos central
  - D. sistemul nervos autonom (vegetativ)
2. Majoritatea corpurilor neuronali din sistemul nervos periferic sunt localizați
  - A. în organele corpului
  - B. la suprafața corpului
  - C. în vertebrele sacrale
  - D. în interiorul sau în apropierea sistemului nervos central
3. Majoritatea nervilor conțin
  - A. numai corpi celulari
  - B. numai dendrite
  - C. axoni motori și dendrite senzitive
  - D. numai neuroni de asociație
4. Următoarele sunt funcții ale sistemului nervos periferic, *cu excepția*
  - A. interpretarea senzațiilor și a stimulilor
  - B. conectarea organismului la mediul înconjurător
  - C. transmiterea răspunsurilor către mușchi și alte organe
  - D. transmiterea stimulilor către sistemul nervos central
5. Următoarele afirmații despre măduva spinării sunt adevărate, *cu excepția*
  - A. se continuă în sus cu creierul
  - B. se termină în apropierea discului intervertebral dintre prima și a doua vertebră lombară
  - C. porțiunea externă este cenușie
  - D. este înconjurată de meninge

6. Următoarele componente aparțin meningelui, *cu excepția*
  - A. pia mater
  - B. corpus mater
  - C. arahnoida
  - D. dura mater
7. Substanța albă a sistemului nervos are această culoare datorită
  - A. citoplasmei albe
  - B. dendritelor albe
  - C. conținutului de pigment alb din pia mater
  - D. culorii albe a tecii de mielină
8. Lichidul cefalorahidian poate fi întâlnit
  - A. în interiorul durei mater
  - B. numai în teaca de mielină
  - C. în canalul central al măduvei spinării
  - D. în citoplasma celulelor din creier
9. Rădăcinile nervoase dorsale adăpostesc
  - A. substanța cenușie cerebrală
  - B. corpi celulari și axoni ai nervilor senzitivi
  - C. oligodendrocite
  - D. locuri de atașare a meningelor
10. Distrugerea rădăcinilor nervoase ventrale duce la
  - A. incapacitatea de a efectua mișcări
  - B. incapacitatea de a forma lichid cefalorahidian
  - C. capacitatea de a vorbi mai tare decât în mod normal
  - D. capacitatea de a conduce impulsuri nervoase mai eficient
11. Tracturile descendente din măduva spinării
  - A. sunt compuse numai din dendrite
  - B. nu conțin corpi celulari
  - C. transmit impulsuri către mușchi și glande
  - D. sunt extensii ale organelor senzoriale de la suprafața corpului
12. Partea superficială a emisferelor cerebrale
  - A. este acoperită cu corpi celulari
  - B. nu prezintă meninge
  - C. se situează într-un mediu lipsit de oxigen
  - D. este alcătuită din substanță cenușie
13. Următoarele afirmații despre creier sunt adevărate, *cu excepția*
  - A. are două emisfere
  - B. conține peste 10 miliarde de corpi celulari
  - C. are numeroase circumvoluțiuni
  - D. este o parte mică a cerebelului

14. Următorii lobi apar în emisferele cerebrale, *cu excepția*
  - A. lobului parietal
  - B. lobului occipital
  - C. lobului toracic
  - D. lobului temporal
15. Aria auditivă este localizată în
  - A. lobul occipital
  - B. lobul lombar
  - C. lobul cervical
  - D. lobul temporal
16. Ventriculii emisferelor cerebrale conțin
  - A. axoni ai neuronilor motori
  - B. dendritele și corpii celulari ai interneuronilor
  - C. tecile de mielină ale tuturor neuronilor
  - D. lichid cefalorahidian
17. Următoarele afirmații despre cerebel sunt adevărate, *cu excepția*
  - A. ajută la menținerea posturii
  - B. coordonează activitatea senzorială
  - C. are două emisfere laterale
  - D. este adiacent trunchiului cerebral
18. Una din funcțiile cerebelului este
  - A. coordonarea activității mușchilor scheletici
  - B. producerea hormonilor hipofizari
  - C. de centru auditiv
  - D. de centru de vorbire
19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate
  - A. în emisferele cerebrale
  - B. în diencefal
  - C. lângă bulbul rahidian
  - D. în exteriorul creierului
20. Următoarele sunt funcții ale hipotalamusului, *cu excepția*
  - A. echilibrului hidric
  - B. reglării temperaturii corporale
  - C. calculelor matematice
  - D. reglării greutății corporale
21. Neuronii aflați în mezencefal au funcția de
  - A. centri reflecși
  - B. producere de hormoni
  - C. centri auditivi
  - D. senzori pentru durere și căldură



22. Nervul glosfaringian are funcții senzitive și motorii legate de
  - A. ochi și urechi
  - B. muguri gustativi și ochi
  - C. limbă și faringe
  - D. inimă și vase sanguine
23. Următoarele activități sunt coordonate de nervul vag, *cu excepția*
  - A. activarea cortexului cerebral
  - B. reglarea respirației
  - C. controlul ritmului cardiac
  - D. contracția mușchilor netezi din anumite vase
24. Cele 12 perechi de nervi cranieni și cele 31 de perechi de nervi spinali alcătuiesc
  - A. sistemul nervos central
  - B. măduva spinării
  - C. sistemul nervos periferic
  - D. sistemul nervos autonom
25. Următoarele afirmații despre sistemul nervos autonom sunt adevărate, *cu excepția*
  - A. acționează involuntar
  - B. are o componentă simpatică și una parasimpatică
  - C. include toți nervii cranieni
  - D. este compus din neuroni pre- și postganglionari

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Sistemul nervos periferic este alcătuit din axonii neuronilor motori și dendritele neuronilor senzitivi.
2. La adultul normal, măduva spinării apare ca o formațiune sferică de 45 cm.
3. Anatomic, măduva spinării începe de la gaura obturatorie a osului occipital.
4. Măduva spinării este învelită și protejată de trei membrane numite sarcoleme.
5. Membrana din mijloc, subțire, cu aspect de rețea, este dura mater.
6. Fluidul apos ce se află în măduva spinării și cavitățile creierului este numit plasmă.
7. Prelungirile aflate de o parte și de alta a măduvei spinării se numesc rădăcini nervoase.
8. Distrugerea rădăcinii ventrale a măduvei spinării provoacă o tulburare numită anestezie.
9. Tracturile descendente oferă un sistem de comunicare între mușchi, glande și măduva spinării.

10. Memoria este asociată cu măduva spinării.
11. Cele trei componente majore ale encefalului sunt trunchiul cerebral, cerebelul și puntea.
12. O adâncitură superficială aflată în țesutul cerebral se numește girus.
13. Lobul parietal este separat de cel frontal prin șanțul lateral.
14. Inteligența, personalitatea și abilitatea unei persoane de a iniția reacții voluntare la stimuli sunt localizate în creier.
15. Centrii vederii se află în lobii temporali.
16. Al patrulea nerv cranian, nervul abducens, este parțial responsabil pentru mișcările oculare.
17. Există cinci cavități pline cu lichid în interiorul creierului.
18. Cerebelul comunică cu celelalte componente ale sistemului nervos prin trei perechi de tracturi nervoase numite pedunculi cerebelari.
19. Talamusul și hipotalamusul sunt localizate în trunchiul cerebral.
20. Senzația de foame, reglarea temperaturii și a greutateii corporale și a echilibrului hidric sunt asociate cu hipotalamusul.
21. Fibrele nervoase ce urcă de la bulbul rahidian înspre creier trec printr-o formațiune dilatată numită corpus corpora.
22. Ritmul cardiac și vasoconstricția sunt reglate de către bulbul rahidian.
23. Neuronii senzitivi și cei motori sunt principalele componente ale sistemului nervos periferic.
24. Nervii cranieni sunt împărțiți în nervi cervicali, toracici, lombari, sacrali și sacro-coccigieni.
25. Sistemul nervos autonom acționează voluntar.

#### **SECȚIUNEA E - Studiu de caz**

Juan este un băiat în vârstă de 5 ani care se prezintă la serviciul de urgență cu febră, dureri de cap, dureri musculare, stare de slăbiciune și pierderea reflexelor somatice. Este diagnosticat cu poliomielită, provocată de un virus care atacă neuronii din coarnele anterioare. Care va fi rezultatul acestei infecții, chiar dacă evoluția bolii va fi stopată prin tratament? Explicați.

## RĂSPUNSURI

### SECȚIUNEA A

#### Figura 11.11

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. g | 7. b  | 13. e |
| 2. i | 8. f  | 14. d |
| 3. j | 9. l  | 15. h |
| 4. k | 10. m |       |
| 5. c | 11. a |       |
| 6. n | 12. o |       |

#### Figura 11.12

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. k | 6. h  | 11. c |
| 2. e | 7. a  | 12. j |
| 3. l | 8. f  | 13. i |
| 4. n | 9. b  | 14. d |
| 5. o | 10. g | 15. m |

### SECȚIUNEA B - Completare

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. sistemului nervos central | 20. substanță cenușie     |
| 2. corpii neuronilor         | 21. girusuri              |
| 3. neuronilor motori         | 22. frontal               |
| 4. nervi                     | 23. occipital             |
| 5. vertebre                  | 24. aria lui Broca        |
| 6. bulbul rahidian           | 25. emisferelor cerebrale |
| 7. substanță albă            | 26. occipital             |
| 8. meninge                   | 27. ventriculi            |
| 9. dura mater                | 28. cerebelul             |
| 10. pia mater                | 29. emisfere              |
| 11. lichid cefalorahidian    | 30. posturii              |
| 12. neuronilor motori        | 31. nuclei                |
| 13. paralizie                | 32. talamus               |
| 14. tracturi descendente     | 33. hipotalamusul         |
| 15. arcului reflex           | 34. sistemul limbic       |
| 16. nervi cranieni           | 35. puntea                |
| 17. emisfere                 | 36. bulbul rahidian       |
| 18. spațiul subarahnoidian   | 37. decusației piramidale |
| 19. oxigen                   | 38. formațiune reticulară |

## 270 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 39. nervi cranieni      | 45. măduva spinării          |
| 40. 31 de perechi de    | 46. plex                     |
| 41. nervul olfactiv (I) | 47. involuntar               |
| 42. nervul trigemen (V) | 48. postganglionare          |
| 43. nervul vag (X)      | 49. adrenalina / epinefrina  |
| 44. ganglioni           | 50. componenta parasimpatică |

### SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. B  | 11. C | 16. D | 21. A |
| 2. D | 7. D  | 12. D | 17. B | 22. C |
| 3. C | 8. C  | 13. D | 18. A | 23. A |
| 4. A | 9. B  | 14. C | 19. B | 24. C |
| 5. C | 10. A | 15. D | 20. C | 25. C |

### SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| 1. A                           | 14. A          |
| 2. alungită                    | 15. occipitali |
| 3. foramen magnum (gaura mare) | 16. trohlear   |
| 4. meninge                     | 17. patru      |
| 5. arahnoida                   | 18. A          |
| 6. lichid cefalorahidian       | 19. diencefal  |
| 7. A                           | 20. A          |
| 8. rădăcinii dorsale           | 21. punte      |
| 9. creier                      | 22. A          |
| 10. creierul                   | 23. A          |
| 11. creierul                   | 24. spinali    |
| 12. șanț                       | 25. involuntar |
| 13. șanțul central             |                |

### SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Juan își va pierde abilitatea de a stimula anumiți mușchi scheletici, deoarece aceștia sunt stimulați de către neuronii din coarnele anterioare. Ca urmare, mușchii inervați de neuronii afectați se vor atrofia în urma inactivității cauzate de boală.



# Organele de simț

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie organele de simț. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați structurile anexe ale ochiului și funcțiile lor;
- asociați structurile globului ocular și funcțiile lor;
- deosebiți celulele din retină după funcție;
- caracterizați fotorecepția;
- caracterizați cristalinul și modul de focalizare al imaginilor;
- deosebiți diversele afecțiuni vizuale;
- identificați structurile urechii și rolurile ei în menținerea echilibrului;
- enumerați pe scurt proprietățile sunetului, cunoscând modul în care sunt transmise și detectate de către urechea internă;
- prezentați pe scurt căile de transmitere a sunetelor către emisferele cerebrale, precum și procesarea sunetelor;
- deosebiți diverșii receptori pentru gust, miros și pipăit;
- rezumați mecanismul menținerii echilibrului și mecanismul orientării;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Ochii și vederea
- Urechile și auzul
- Alte simțuri: gustul, mirosul, simțul tactil și echilibrul
- Întrebări recapitulative

Simțurile organismului uman includ văzul, auzul, gustul, precum și alte simțuri, cum ar fi simțul tactil și echilibrul. Toate simțurile dispun de receptori foarte specializați care fac posibil răspunsul organelor de simț la diferiți stimuli. Receptorii care detectează stimuli chimici se numesc **chemoreceptori**, cei care detectează stimuli luminoși se numesc **fotoreceptori**, iar cei care detectează stimuli mecanici sunt denumiți **mecanoreceptori**. Dacă receptorii se află pe suprafața corpului, ei sunt denumiți **exteroceptori**, iar dacă se localizează în interiorul mușchilor scheletici, articulațiilor sau oaselor și detectează poziția corpului se numesc **proprioceptori** (Tabelul 12.1). Simțurile sunt strâns asociate atât funcțional, cât și structural cu sistemul nervos, și depind de acesta pentru interpretarea conștientă a modificărilor de mediu pe care le percep.

TABELUL 12.1 O PREZENTARE CONCIȘĂ A ORGANELOR DE SIMȚ

Organ de simț	Receptori specifici	Localizare	Natura stimulului	Stimulul	Localizare anatomică
Mucoasa olfactivă	Celula olfactivă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	În cavitatea nazală, superior
Mugurele gustativ	Celula gustativă	Exteroceptor	Chemoreceptor	Soluții chimice	Partea dorsală a limbii, faringe
Ochiul	Celule cu conuri și cu bastonașe	Exteroceptor	Fotoreceptor	Lumina	Ochiul
<b>Urechea</b>					
Cohleea	Organul lui Corti (celule ciliate)	Exteroceptor	Mecanoreceptor	Vibrațiile	Urechea internă
Aparatul vestibular	Macula și ampula (celule ciliate)	Proprioceptor	Mecanoreceptor	Deflecția	Urechea internă

## OCHIUL

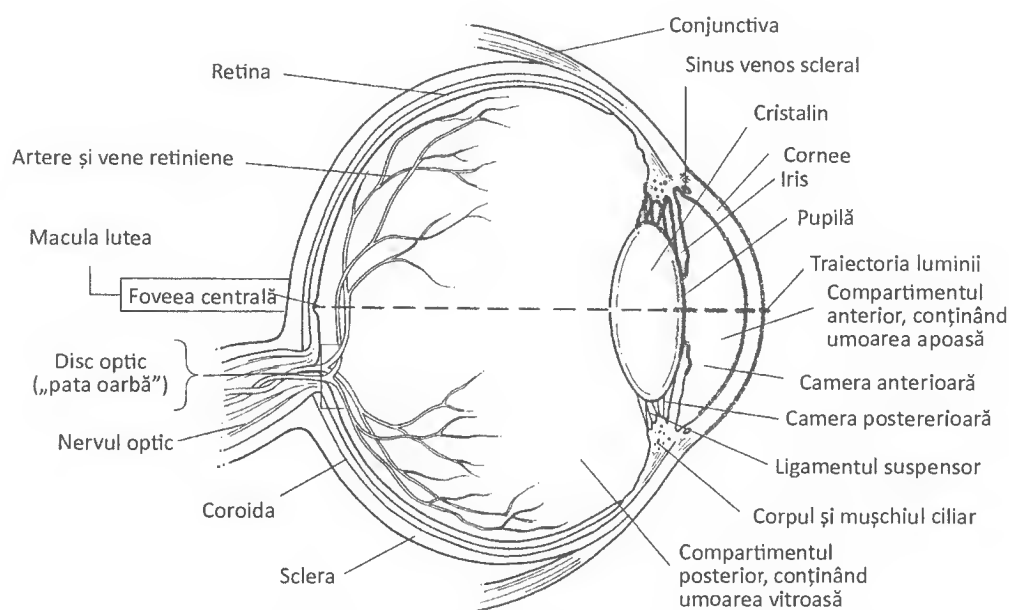
Ochiul este organul vederii. El primește lumină din mediul înconjurător și formează o imagine la nivelul receptorilor celulelor nervoase ale retinei. Imaginea este apoi transformată în impulsuri nervoase, care sunt interpretate de către creier, în principal la nivelul lobilor occipitali ai emisferelor cerebrale.

## ANATOMIE

Ochiul este o structură sferică, parțial mobilă, plină cu lichid, inervată de **nervul optic** (capătul anterior), un nerv cranian ce se îndreaptă spre creier. Imaginile inițiate de către receptorii din retină sunt transmise mai departe de-a lungul nervului optic, ale cărui fibre mediale se încrucișează la nivelul chiasmei optice. Apoi, aceste fibre trec prin tractul optic, ajungând în final la cortexul vizual din lobii occipitali ai emisferelor cerebrale, unde

imaginile sunt interpretate. Fiecare lob occipital primește imagini de la ambii ochi, ceea ce asigură vederea în spațiu.

Din punct de vedere anatomic, termenul „ochi” este sinonim cu **globul ocular**. Lungimea globului ocular este puțin mai mare decât lățimea sa, el având o porțiune anterioară care proemină în afara sferei. Peretele globului ocular are trei straturi, sau învelișuri: un strat extern rezistent, fibros, cuprinzând corneea și sclerotica (sclera), un strat mijlociu bogat vascularizat care conține coroida, irisul și corpii ciliari, și un strat intern, retina, care conține receptorii pentru vedere (Figura 12.1).



**FIGURA 12.1** Structurile anatomicale ale ochiului, prezentate într-o secțiune longitudinală prin ochi.

Ochiul conține două compartimente pline cu fluid: **compartimentul anterior** și **compartimentul posterior**. O regiune a compartimentului anterior, **camera anterioară**, se află între iris și corneea. O altă regiune, **camera posterioară**, se găsește între iris și cristalin. Ambele camere conțin un lichid numit **umoarea apoasă**. Compartimentul posterior, care se întinde de la cristalin la retină, conține o substanță gelatinoasă, numită **umoarea vitroasă**.

**Pupila** este un orificiu situat la nivelul irisului. **Irisul** este alcătuit din două straturi de mușchi netezi: mușchiul constrictor, care îngustează pupila, și un mușchi dilatator, care mărește diametrul pupilei. Irisul conține pigmenții care conferă culoarea ochilor. „Albul ochilor” este reprezentat de porțiunea vizibilă a **scleroticii (sclerei)**.

În spatele irisului se găsește **cristalinul**, un disc transparent, biconvex, alcătuit dintr-un material proteic fibros dispus în straturi concentrice. Cristalinul este ferm ancorat de **corpii ciliari** prin intermediul **ligamentului suspensor**. Cea mai mare parte a corpului ciliar, care modifică forma cristalinului pentru a focaliza imaginile, constă din **mușchiul ciliar** intrinsec. Corpul ciliar se unește cu irisul la periferia acestuia, iar restul irisului se extinde în interior, între corneea și cristalin.

TABELUL 12.2 STRUCTURILE OCHIULUI ȘI FUNCȚIILE LOR

Structura	Funcția
Corneea	Refractă lumina; importantă pentru focalizarea luminii pe retină
Sclera	Menține forma ochiului și îl protejează; de ea se atașează mușchii extrinseci
Irisul	Controlează cantitatea de lumină ce trece prin pupilă
Corpul ciliar	Modifică forma cristalinului (acomodare) și secretă umoarea apoasă
Coroida	Absoarbe lumina; conține vasele sanguine ale structurilor oculare
Retina	Absoarbe lumina; detectează lumina și formează imaginile ce vor fi transmise creierului
Cristalinul	Refractă lumina; important în acomodare
Compartimentul anterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii apoase
Compartimentul posterior	Menține forma ochiului și refractă lumina prin intermediul umorii vitroase
Umoarea apoasă	Umple cavitatea anterioară, contribuind la menținerea formei ochiului; menține presiunea intraoculară
Umoarea vitroasă	Umple cavitatea posterioară și menține presiunea intraoculară; conferă forma ochiului și menține retina atașată pe coroidă; refractă lumina

Stratul cel mai intern al globului ocular este **retina**. Ea se extinde anterior până la porțiunea posterioară a corpului ciliar. Retina are două straturi: un strat extern, pigmentat, ce conține melanină, aderă de coroidă și absoarbe razele de lumină, și un strat intern alcătuit din țesut nervos, retina propriu-zisă (Tabelul 12.2).

Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de neuroni. În imediata apropiere a coroidii se află un strat de **neuroni receptori**, care conține aproximativ 120 de milioane de **celule cu bastonașe** și 6-700 de milioane de **celule cu conuri**, denumite astfel datorită formei lor. Urmează un strat de **neuroni bipolari**, care recepționează impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe. Al treilea strat conține **neuroni ganglionari**, atașați direct nervului optic.

Structurile accesorii ale ochiului includ sprâncenele, pleoapele, genele, conjunctiva și aparatul lacrimal. **Sprâncenele** și **genele** oferă protecție împotriva pătrunderii corpiilor străini în pupilă, iar **pleoapele** protejează porțiunea anterioară a ochiului. Pe partea internă, pleoapele sunt căptușite de **conjunctivă**, o membrană mucoasă care se răsfrânge acoperind parțial și globul ocular. **Aparatul lacrimal** conține glandele lacrimale, ce produc lacrimi care scaldă globul ocular și îl păstrează umed.

## FIZIOLOGIA VEDERII

Simțul vederii se bazează în principal pe cele două tipuri de celule din retină, celulele cu conuri și cu bastonașe. **Celulele cu bastonașe** permit vederea în condiții de luminozitate



scăzută. Ele permit perceperea contururilor obiectelor și realizează vederea în lumina crepusculară.

**Celulele cu conuri** au acuratețe maximă atunci când există suficientă lumină pentru a permite vederea de aproape și observarea detaliilor. Ele sunt răspunzătoare de vederea diurnă, perceperea detaliilor și a culorilor. Celule cu conuri sunt concentrate la nivelul **foveei centrale**, o arie de depresiune ușoară aflată în apropierea centrului retinei. Pe măsură ce ne îndepărtăm de foveea centrală, numărul celulelor cu conuri scade, însă crește numărul celor cu bastonașe. Celulele cu bastonașe se găsesc în număr mare la periferia retinei. Din acest motiv, detectarea mișcării și vederea crepusculară sunt facilitate în principal de către retina periferică.

**DE REȚINUT**  
Doar celulele cu conuri deosebesc culorile, funcționând în lumină puternică. Celulele cu bastonașe detectează lumina slabă.

Atât celulele cu bastonașe, cât și cele cu conuri, detectează mișcarea din mediul înconjurător și utilizează un pigment vizual numit **rodopsină**. Partea proteică (opsina) a acestui pigment este diferită în celulele cu bastonașe și între diferitele tipuri de celule cu conuri. Acest fapt permite diferențierea culorilor și a intensității luminoase. Restul moleculei, derivată din vitamina A, este identică în toate celulele. Când energia luminoasă stimulează celulele cu conuri și cu bastonașe, apar schimbări rapide de formă ale rodopsinei din aceste celule. Aceste modificări generează impulsuri nervoase la nivelul neuronilor bipolari și ganglionari, impulsuri ce sunt transportate prin intermediul nervului optic și al tractului optic către cortexul vizual cerebral, unde sunt interpretate. **Discul optic** reprezintă locul de origine al nervului optic. El nu conține receptori vizuali, fiind denumit astfel și **pata oarbă**. Imaginea care ajunge la retină este inversată datorită proprietăților optice ale cristalinului, dar ea este percepută în orientarea corectă la nivelul cortexului lobilor occipitali.

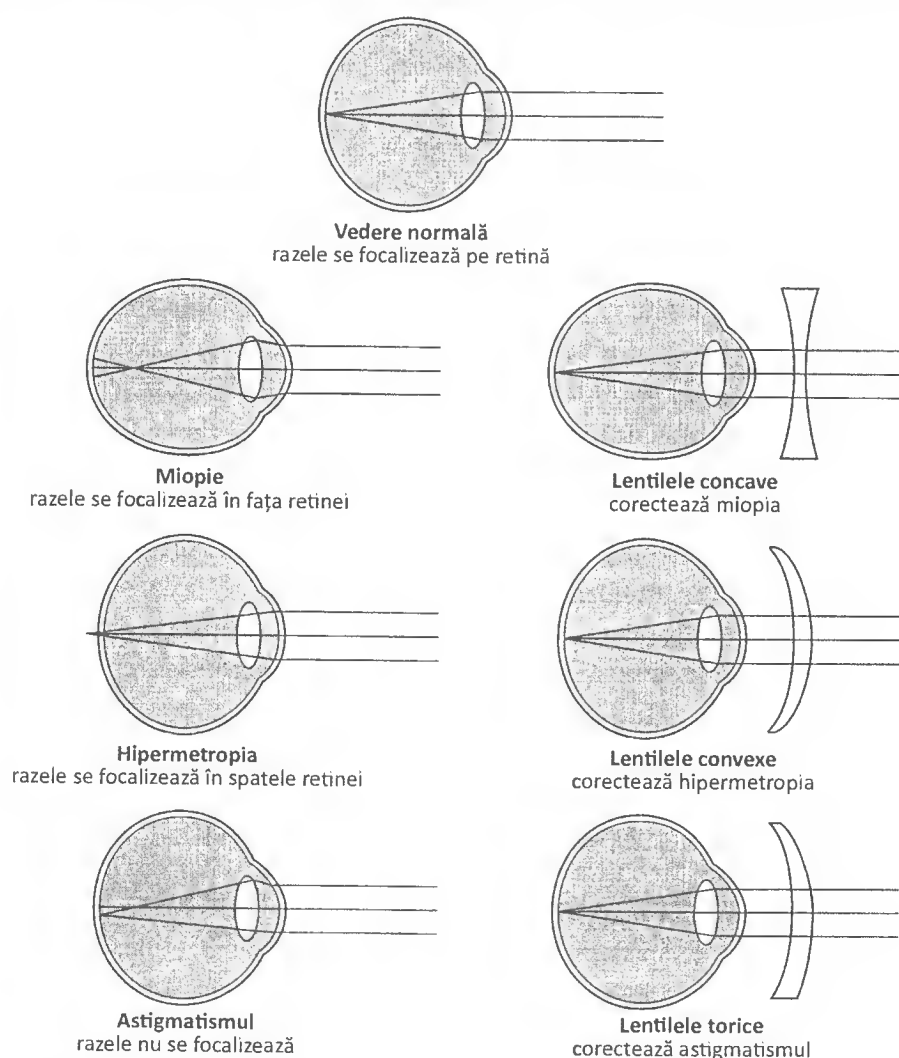
Traseul razei luminoase la nivelul ochiului începe de la **corneea** transparentă ce acoperă suprafața ochiului. Lumina traversează în continuare **pupila**, care își modifică forma în funcție de intensitatea luminoasă și de distanța față de obiectul vizualizat. Pupila se micșorează când obiectul respectiv se află în apropiere și lumina este puternică, și se dilată când obiectul este îndepărtat și lumina slabă. Razele luminoase traversează apoi umoarea apoasă și ajung la **cristalin**, principala structură cu rol în focalizarea imaginii. Cristalinul este elastic și focalizează razele luminoase pe retină. Procesul de focalizare a luminii, bazat pe elasticitatea cristalinului, se numește **acomodare**. Când obiectul privit este departe, cristalinul este aproape plat, iar când obiectul respectiv se află în apropiere, cristalinul devine convex. Modificarea formei cristalinului se datorează în principal mușchilor ciliari, ce acționează asupra ligamentului suspensor. Spre exemplu, în timpul acomodării pentru vederea de aproape, mușchiul ciliar se contractă, eliberând tensiunea din ligamentul suspensor. Acest lucru permite cristalinului să devină mai convex datorită elasticității sale naturale și tendinței de a lua o formă sferică.

Cristalinul, corneea, umoarea apoasă și cea vitroasă sunt **medii refractare**, adică medii care focalizează razele luminoase și cauzează convergența acestora către foveea centrală a retinei, unde se formează imaginea. Spațiul cuprins cu privirea de un ochi se numește **câmp vizual extern**. Câmpul vizual extern al unui ochi se suprapune cu cel al celuilalt ochi, această suprapunere fiind răspunzătoare pentru percepția unei imagini tridimensionale. Mușchii extrinseci ai ochiului determină mișcări care permit percepția

unei singure imagini. Într-o afecțiune numită **strabism**, ochii nu se mișcă în mod coordonat. Persoanele cu această afecțiune văd două imagini în loc de una singură.

## TULBURĂRILE DE VEDERE

Două dintre cele mai comune tulburări de vedere sunt miopia și hipermetropia. În cazul **miopiei**, imaginea se formează în fața retinei (Figura 12.2). Această afecțiune apare din cauza alungirii naturale a globului ocular, sau a unui cristalin care nu se acomodează corect. Pentru a putea focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconcave. În **hipermetropie**, imaginea se formează în spatele retinei și este neclară, din cauza faptului că ochiul este prea scurt sau cristalinul este prea plat pentru a permite vederea de aproape. Pentru a focaliza imaginile pe retină se utilizează ochelari cu lentile biconvexe.



**FIGURA 12.2** Tulburări comune de vedere. În mod normal, razele de lumină sunt focalizate pe retină. La persoanele mioape sau hipermetrope, razele sunt focalizate în fața, respectiv în spatele retinei. Pentru corectarea acestor probleme se folosesc ochelari cu lentile concave, respectiv convexe. În astigmatism, razele de lumină nu sunt focalizate, problemă corectată prin intermediul unor lentile neregulate.

O altă tulburare de vedere este **astigmatismul**, provocat de o curbură neregulată a corneei sau a cristalinului. Această curbură neregulată provoacă difracție, iar razele de lumină se proiectează pe zone diferite de pe retină, producând o imagine neclară. Astigmatismul reprezintă incapacitatea de a distinge două puncte apropiate, în anumite părți ale câmpului vizual. Această afecțiune se corectează prin utilizarea unor lentile cu o curbură specială (lentile torice).

**Discromatopsia** este o altă tulburare de vedere, datorată incapacității celulelor cu conuri de a reacționa la anumite culori ale spectrului de lumină. De exemplu, unele persoane nu pot deosebi culoarea verde de cea roșie din cauza lipsei celulelor cu conuri sensibile la culoarea roșie. Discromatopsia este, de obicei, determinată genetic; femeile sunt purtătoare ale acestei modificări, însă ea este prezentă mai frecvent la bărbați.

Elasticitatea cristalinului scade cu vârsta, astfel capacitatea de a vedea la distanțe mici scade. Acest fenomen se numește presbitism și se corectează cu ochelari de citit.

## URECHEA

Urechea este organul auzului. Funcția sa este de a recepționa undele sonore din mediul înconjurător și de a le transmite neuronilor din urechea internă. La acest nivel, undele sonore sunt transformate în impulsuri nervoase, care sunt transmise creierului. Ariile auditive majore se află în cortexul lobilor temporali ai emisferelor cerebrale.

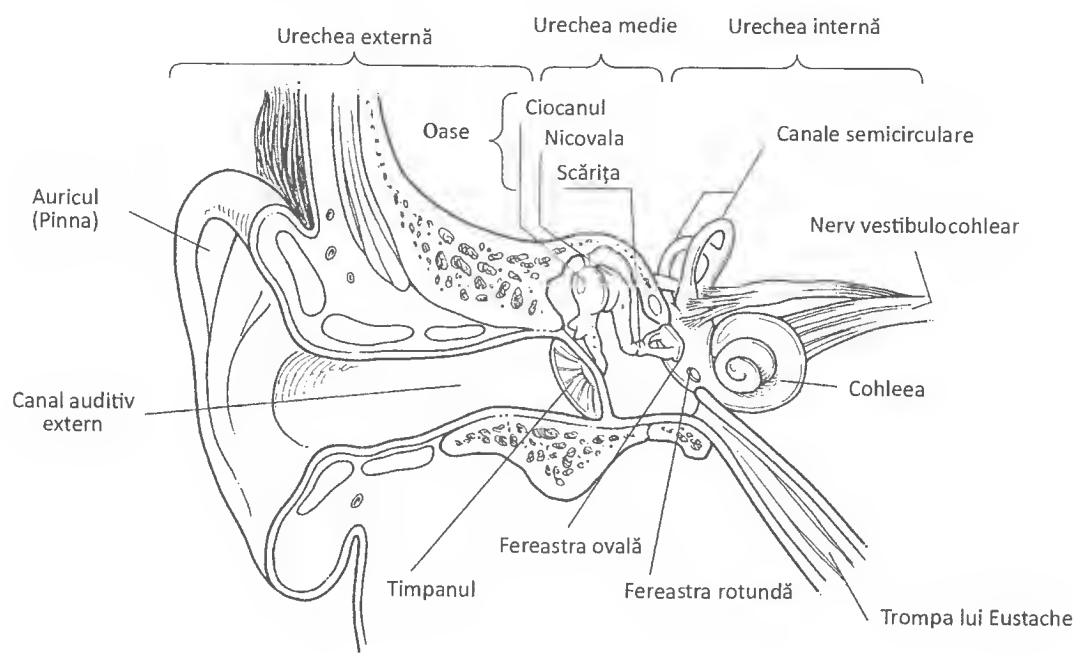
## ANATOMIA URECHII

Urechea are trei componente: urechea externă, urechea medie și urechea internă. **Urechea externă** conține structurile auditive externe și se mai numește și **auricul (pinna)** (Figura 12.3). Auriculul adăpostește **canalul auditiv extern**, care conduce vibrațiile sonore. Intrarea în acest canal se numește **meatul auditiv extern**. La capătul proximal al canalului auditiv extern se află **membrana timpanică (timpanul)**.

**Urechea medie** conține trei oase numite și **osicule**. Acestea sunt **ciocănelul (malleus)**, **nicovala (incus)** și **scărița (stapes)**. Capătul proximal al scăriței este conectat cu **fereastra ovală**, care este în contact cu urechea internă.

Un tub subțire și lung, **trompa lui Eustache**, leagă faringele de urechea medie. Acest conduct este util în menținerea unei presiuni egale de ambele părți ale timpanului. La altitudini mari, o cantitate de aer cu presiune înaltă rămâne captivă în interiorul urechii medii. Acest aer ajunge, prin intermediul trompei lui Eustache, în faringe, determinând o „pocnitură”. La altitudini mici, aerul cu presiune înaltă urcă prin trompa lui Eustache în urechea medie pentru a egaliza presiunile, determinând o altă „pocnitură”.

Urechea internă conține o structură de forma unui melc, denumită **cochlee**, în interiorul căreia se află un lichid numit **perilimfă**. Vibrațiile perilimfei generează impulsurile nervoase ce provoacă senzația sonoră (Tabelul 12.2).



**FIGURA 12.3** Structurile anatomice ale urechii. Observați cele trei componente majore ale urechii și structura lor.

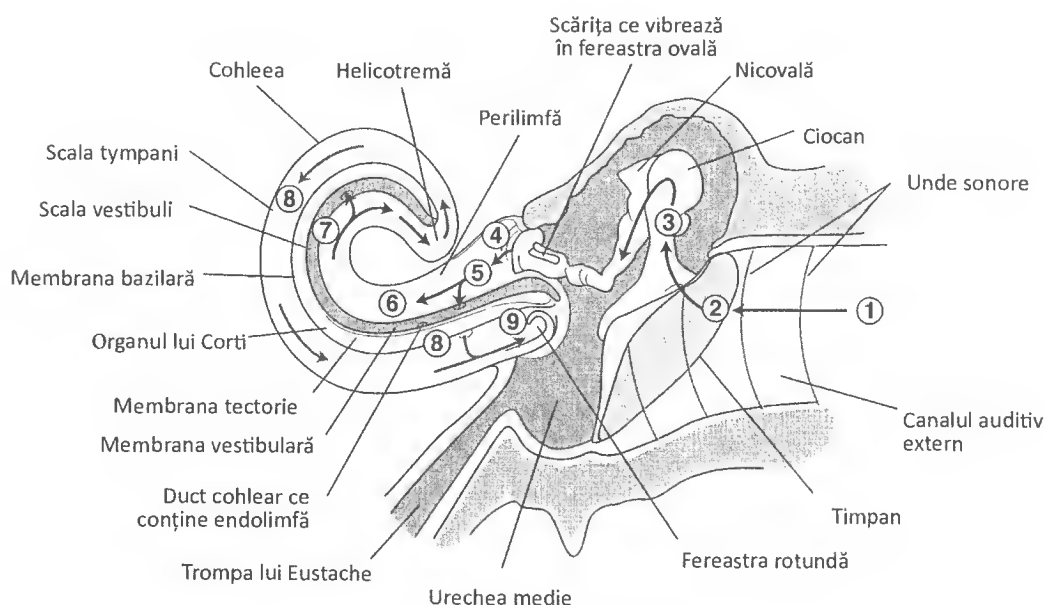
## FIZIOLOGIA AUZULUI

Auzul este percepția vibrațiilor sonore provocate de un obiect și transformate în unde sonore. Mediul în care se propagă aceste vibrații este aerul, care le conferă undelor sonore frecvență, intensitate și timbru. **Frecvența** reprezintă numărul de vibrații ale aerului într-o unitate de timp, deseori exprimată în cicli pe secundă sau hertzi. **Intensitatea** sunetului variază în funcție de amplitudinea unei sonore și este exprimată în decibeli. **Timbrul** (calitatea) sunetului depinde de armonicile tonale, care variază în funcție de obiectul care produce sunetul.

Auzul implică unele acțiuni mecanice ce transformă undele sonore în impulsuri mecanice. Undele sonore pătrund în meatul auditiv extern, traversează canalul auditiv extern și se lovesc de timpan. Energia undelor sonore provoacă vibrația timpanului, care este transmisă mai departe celor trei oase din urechea medie. Ciocănelul, nicovala și scărița vibrează secvențial, pe măsură ce sunt transmise undele sonore.

Ultimul os, scărița, vine în contact cu **fereastra ovală**, aflată la intrarea în cohlee. Vibrațiile ferestrei ovale provoacă modificări ale presiunii perilimfei din cohlee. Vibrațiile perilimfei sunt transmise **organului lui Corti** din interiorul cohleei. Organul lui Corti conține dendritele neuronilor care formează ramura cohleară a nervilor vestibulocohleari (auditivi); aceste dendrite vin în contact cu **celule ciliate**. Membrana vestibulară din cohlee delimitează, în interior, o cantitate de endolimfă în jurul celulelor ciliate. Când presiunea perilimfei se modifică, o membrană numită membrana tectoria mișcă celulele ciliate, declanșând impulsuri nervoase. Modificările de presiune sunt transmise înapoi

perilimfei, iar fereastra rotundă se bombează, pentru a micșora presiunea (Figura 12.4). Impulsurile sunt transmise de-a lungul ramurii cohleare a nervului vestibulocohlear către lobii temporali ai emisferelor cerebrale, unde are loc interpretarea sunetului.



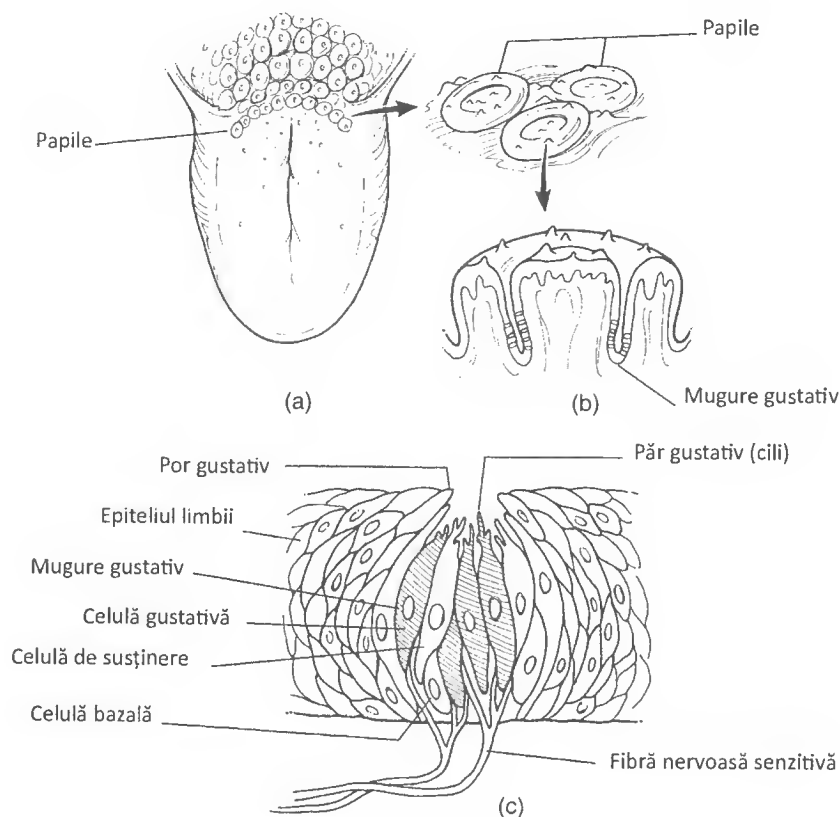
**FIGURA 12.4** Transmiterea undelor sonore. Undele sonore intră în canalul auditiv extern, provocând vibrația timpanului. Această vibrație determină mișcarea ciocănelului, a nicovalei și a scăriței, ceea ce induce modificarea presiunii perilimfei din organul lui Corti. Aceste modificări sunt transmise endolimfei prin intermediul membranei vestibulare. Modificarea presiunii endolimfei determină mișcarea membranei tectoriale, mișcare ce este detectată de celulele ciliate ale organului lui Corti. Fluctuațiile presiunii sunt transmise înapoi spre perilimfă și fereastra rotundă, în vederea diminuării presiunii.

## ALTE SIMȚURI

Văzul și auzul reprezintă doar două dintre simțurile prezente în organismul uman. Celelalte simțuri includ gustul, mirosul, diverse tipuri de simțuri tactile și simțul echilibrului.

## GUSTUL

Simțul gustului se mai numește și **simț gustativ** și este un simț bazat pe substanțe chimice dizolvate într-un lichid. După dizolvare, moleculele substanței sunt detectate de mugurii gustativi ai limbii (Figura 12.5).



**FIGURA 12.5** Reprezentare detaliată a mugurilor gustativi. Papilele (a) conțin muguri gustativi (b) la bază. O celulă gustativă individuală (c) este însoțită de câteva celule de susținere. Ea este asociată cu câte o fibră nervoasă senzitivă, care transmite impulsurile spre creier, pentru a fi interpretate.

**Mugurii gustativi** sunt localizați pe suprafața dorsală a limbii, fiind dispuși pe mici protuberanțe numite **papile**. Papilele pot fi întâlnite și la nivelul palatului moale, pereților laringelui și în zonele învecinate, dar importanța lor este minoră.

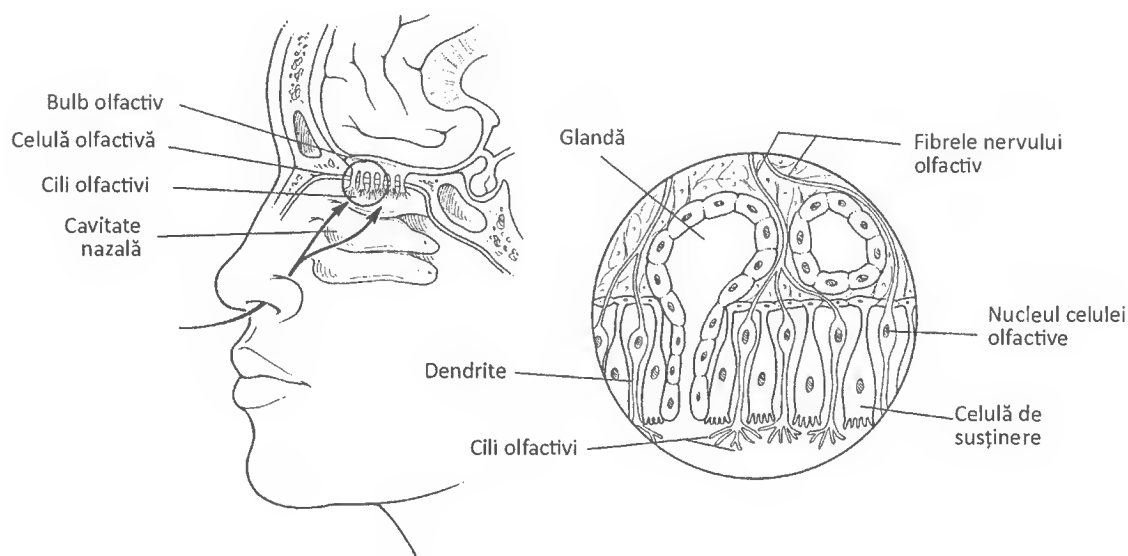
Cele 5 gusturi primare sunt **dulce, acru, amar, sărat și umami** (datorat aminoacidului numit glutamat). Partea posterioară a limbii este mai sensibilă la moleculele ce stimulează gustul amar, în timp ce gustul acru stimulează porțiunile antero-laterale ale limbii, iar gustul sărat stimulează mai ales părțile postero-laterale ale limbii. Gustul dulce și cel sărat sunt detectate cel mai bine la nivelul vârfului limbii. Receptorii pentru umami sunt localizați îndeosebi în zona faringelui.

Pentru a declanșa senzația de gust, moleculele pătrund în porii gustativi ai papilelor și stimulează celulele specializate gustative din mugurii gustativi. Aceste celule generează și transmit impulsuri de-a lungul fibrelor nervoase către ramuri ale **nervului facial** sau **glosofaringian**, și mai departe către creier. Impulsurile nervoase trec prin bulb, unde nervii fac sinapsă cu neuroni ce duc la talamus. Neuronii din talamus transportă impulsurile către lobul temporal, unde stimulii gustativi sunt interpretați.

## MIROSUL

Simțul mirosului se mai numește și **simț olfactiv**. Este un simț care necesită contactul dintre receptori și moleculele substanțelor ce urmează a fi detectate.

La mirosirea unei substanțe, molecule din substanța respectivă pătrund în nas și stimulează celule olfactive specializate, localizate în mucoasa porțiunii superioare a cavității nazale. Aceste celule generează impulsuri nervoase care se propagă de-a lungul **nervului olfactiv** (Figura 12.6). Acest nerv pătrunde în cutia craniană prin placa cribri-formă a osului etmoid, trece prin bulbii olfactivi în tractul olfactiv, până la lobii frontali și temporali, unde stimulii sunt interpretați.



**FIGURA 12.6.** Simțul olfactiv. Moleculele de substanță ating cili celulelor olfactive din porțiunea superioară a nasului. Impulsurile generate de aceste celule sunt conduse spre creier.

Organismul uman poate detecta peste 4000 de mirosuri diferite, provocate de peste 200 de substanțe chimice odorante. Celulele olfactive pot obosi rapid, iar conștientizarea mirosurilor diminuează.

## SIMȚUL TACTIL ȘI SIMȚURILE ÎNRUDITE

Simțul tactil, precum și simțurile înrudite ca durerea, presiunea și vibrația, utilizează receptori aflați în piele, mușchi, articulații și organe viscerele. Există mai multe tipuri de receptori. De exemplu, **terminațiile nervoase libere** din piele detectează durerea. **Discurile Merkel**, aflate tot în piele, detectează stimulii tactili. **Corpusculii Meissner** detectează presiunile și vibrațiile ușoare, iar **corpusculii Pacini** recepționează presiunile și vibrațiile puternice de la nivelul pielii (Figura 12.7). Mușchii, articulațiile și viscerele dispun de receptori asemănători. Senzațiile sunt transmise către creier, unde sunt interpretate.

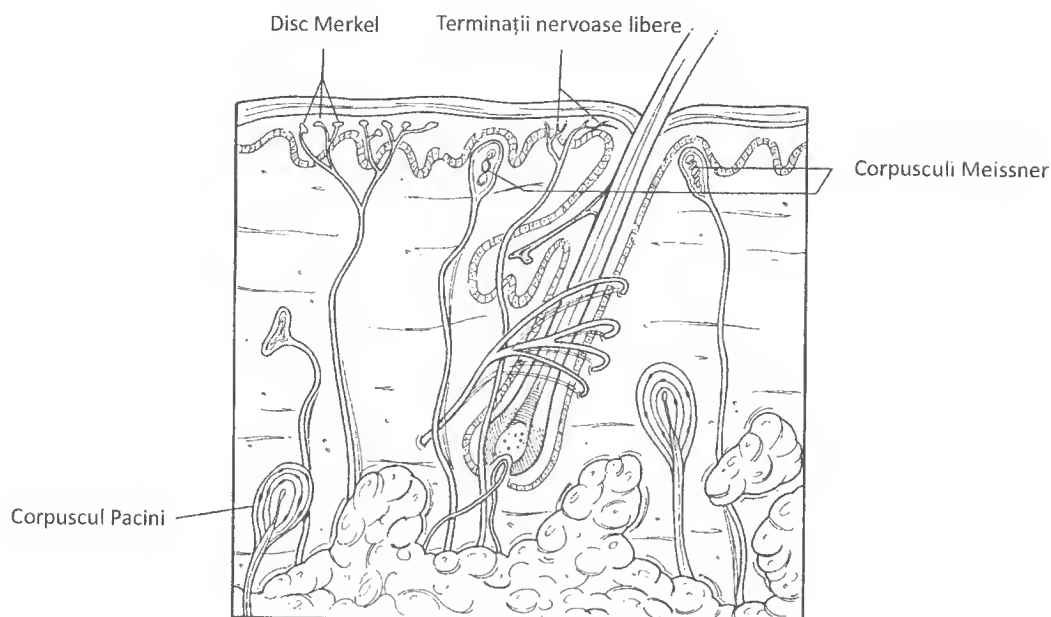


FIGURA 12.7 Principalii receptori pentru simțul tactil, din piele.

## ECHILIBRUL

Simțul echilibrului derivă din activitatea urechii interne (unde are loc și auzul). Urechea internă conține o serie de canale săpate în osul temporal, ce alcătuiesc un labirint. Labirintul urechii interne are două componente: **labirintul membranos** și **labirintul osos**. Labirintul membranos este cuprins în interiorul labirintului osos. Labirintul osos reprezintă sediul cohleei, vestibulului și al canalelor semicirculare și este umplut cu perilimfă, care scaldă labirintul membranos. Perilimfa este asemănătoare cu lichidul cefalorahidian. Labirintul membranos conține endolimfă, care este asemănătoare cu lichidul interstițial.

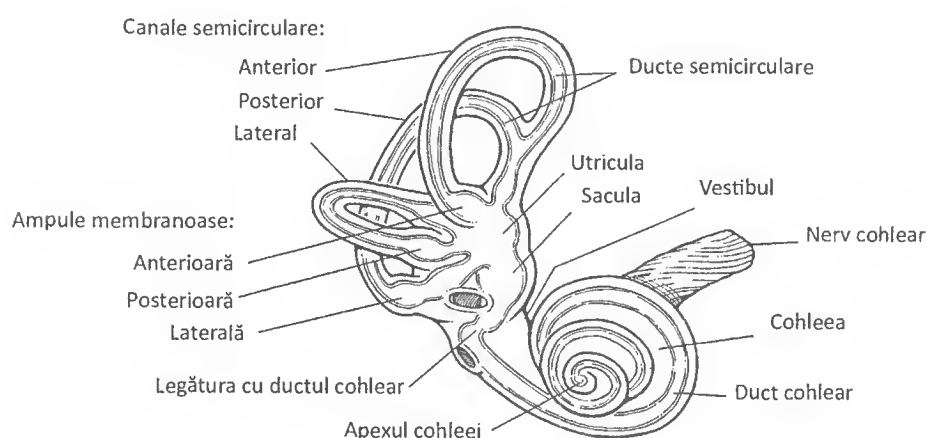
În interiorul labirintului osos se află trei structuri numite **canale semicirculare**, care conțin endolimfă și sunt conectate cu cohleea la nivelul unei regiuni numite **vestibul**. În interiorul vestibulului se găsesc două structuri numite **utricula** și **sacula**, unite printr-un canal subțire. Utricula și canalele semicirculare sunt asociate simțului echilibrului.

Canalele semicirculare sunt dispuse la 120 de grade unul față de celălalt, fiecare fiind conectat cu utricula. La locul de joncțiune cu utricula, fiecare canal prezintă o porțiune dilatată, numită **ampulă** (Figura 12.8), în care se găsește un grup de celule senzitive ciliate. În urma modificării poziției capului, endolimfa din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate, generând impulsuri transmise fibrelor nervoase din vecinătate. Aceste fibre transportă impulsurile către creier, de-a lungul ramurii vestibulare a nervului vestibulocohlear. La rândul său, creierul trimite impulsuri motorii mușchilor, care ajustează poziția corpului, menținându-i echilibrul. Această formă de echilibru se numește **echilibru dinamic**.

**DE REȚINUT**  
Celulele ciliate din ampulă detectează echilibrul dinamic, iar cele din macule pe cel static.



Mișcările mai puțin ample implicate în menținerea **posturii** sau **echilibrul static**, apar printr-un mecanism ușor diferit. În interiorul saculei și al utriculei se găsesc niște structuri de mici dimensiuni, numite **macule**. Fiecare maculă este alcătuită din celule ciliate și o membrană ce conține mici fragmente de carbonat de calciu numite **otoliți (calculi)**. În urma unei schimbări ușoare a poziției capului, presiunea exercitată asupra acestei membrane provoacă modificarea poziției otoliților, care acționează asupra celulelor ciliate. Acestea, la rândul lor, generează impulsuri nervoase ce sunt transmise prin nervul vestibulocohlear către creier, care ajustează postura corpului prin impulsuri motorii trimise către mușchi.



**FIGURA 12.8** Reprezentare detaliată a labirintului osos care stă la originea simțului echilibrului. Labirintul osos este o structură aflată în interiorul osului temporal, ce conține canalele semicirculare, vestibulul și cochleea. Mișcarea endolimfei din canalele semicirculare stimulează celulele ciliate din ampulă, generând impulsuri trimise creierului, care ajustează mișcările corpului prin intermediul mușchilor.



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

**SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale ochiului.

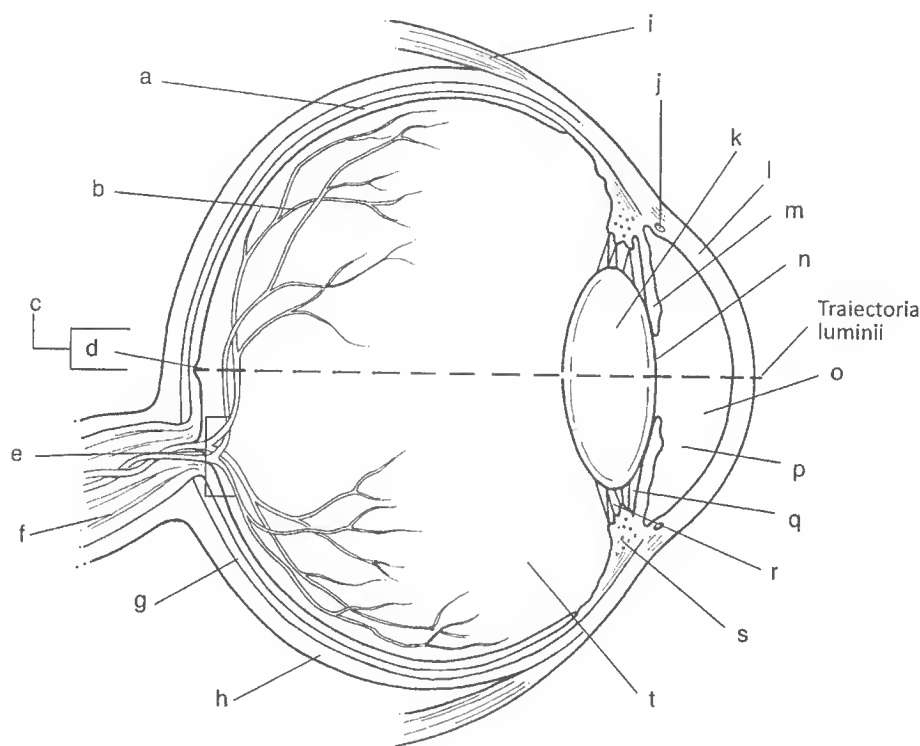


FIGURA 12.9

- |   |   |
|---|---|
| ___ 1. compartimentul anterior,<br>conținând umoarea apoasă | ___ 11. discul optic  |
| ___ 2. camera anterioară                                    | ___ 12. nervul optic  |
| ___ 3. coroida  | ___ 13. compartimentul posterior,<br>conținând umoarea vitroasă |
| ___ 4. corpul și mușchiul ciliar                            | ___ 14. camera posterioară                                      |
| ___ 5. conjunctiva  | ___ 15. pupila  |
| ___ 6. corneea  | ___ 16. retina  |
| ___ 7. foveea centrală                                      | ___ 17. arterele și venele retiniene                            |
| ___ 8. irisul   | ___ 18. sclera  |
| ___ 9. cristalinul  | ___ 19. sinusul venos scleral                                   |
| ___ 10. macula lutea  | ___ 20. ligamentul suspensor                                    |

Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale urechii.

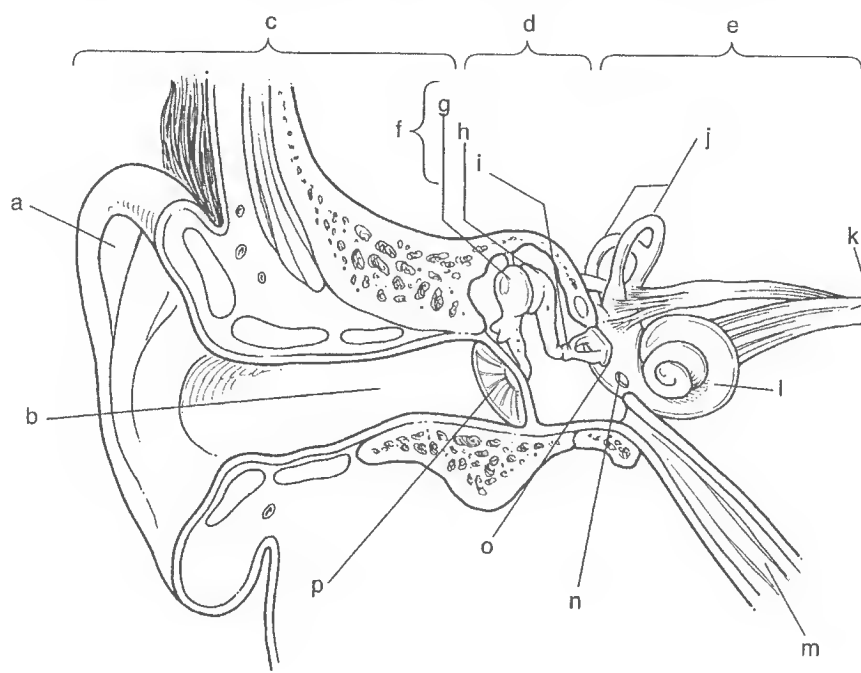


FIGURA 12.10

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| ___ 1. trompa lui Eustache    | ___ 9. oasele urechii interne   |
| ___ 2. cohleea                | ___ 10. fereastra ovală         |
| ___ 3. canalul auditiv extern | ___ 11. auriculul               |
| ___ 4. urechea externă        | ___ 12. fereastra rotundă       |
| ___ 5. nicovăla               | ___ 13. canalele semicirculare  |
| ___ 6. urechea internă        | ___ 14. scărița                 |
| ___ 7. ciocanul               | ___ 15. timpanul                |
| ___ 8. urechea medie          | ___ 16. nervul vestibulocohlear |

**Secțiunea B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

- Ochiul preia lumina din mediul înconjurător și formează o imagine pe celulele din \_\_\_\_\_.
- Nervul care transportă impulsuri dinspre ochi înspre creier este \_\_\_\_\_.
- Stratul intern al peretelui posterior al ochiului este denumit \_\_\_\_\_.
- Peretele extern al ochiului este reprezentat de corneea și \_\_\_\_\_.
- Lichidul apos din camera anterioară este \_\_\_\_\_.
- Substanța cu consistență de gel ce umple cavitatea posterioară a ochiului este \_\_\_\_\_.

7. Camera posterioară a ochiului se întinde între iris și \_\_\_\_\_.
8. Irisul este alcătuit din două straturi de \_\_\_\_\_.
9. Pupila este un orificiu în porțiunea ochiului denumită \_\_\_\_\_.
10. Cristalinul transparent, biconcav, este situat în spatele \_\_\_\_\_.
11. Ligamentele suspensoare atașează cristalinul de \_\_\_\_\_.
12. Stratul intern al retinei este alcătuit din trei straturi de \_\_\_\_\_.
13. Suprafața internă a pleoapelor este acoperită de o membrană mucoasă numită \_\_\_\_\_.
14. Lacrimile care umectează globii oculari sunt secretate de către \_\_\_\_\_.
15. Vederea crepusculară se datorează celulelor cu \_\_\_\_\_.
16. Vederea diurnă și percepția detaliilor este asigurată de celulele cu \_\_\_\_\_.
17. Locul în care se află cele mai multe conuri este \_\_\_\_\_.
18. Celulele cele mai numeroase în retina periferică sunt \_\_\_\_\_.
19. Discul optic nu conține receptori vizuali, fiind denumit și \_\_\_\_\_.
20. Lobul cerebral în care este interpretat semnalul vizual este \_\_\_\_\_.
21. Focalizarea luminii datorită elasticității cristalinului se mai numește \_\_\_\_\_.
22. Modificarea formei cristalinului se află sub controlul unui mușchi numit \_\_\_\_\_.
23. Persoanele cu o afecțiune manifestată prin mișcarea necoordonată a globilor oculari, spunem că suferă de \_\_\_\_\_.
24. Întărirea în vârstă poate reduce puterea de acomodare, tulburare numită \_\_\_\_\_.
25. Miopia poate fi corectată cu ochelari având lentile \_\_\_\_\_.
26. Persoanele care nu văd bine la distanțe mici suferă de \_\_\_\_\_.
27. Hipermetropia poate fi corectată cu ochelari având lentile \_\_\_\_\_.
28. Curbura neregulată a corneei are ca rezultat o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
29. Afecțiunea determinată genetic în urma căreia o persoană nu poate distinge anumite culori se numește \_\_\_\_\_.
30. Lobul cerebral în care are loc percepția auditivă este \_\_\_\_\_.

31. Numele membranei ce separă urechea externă de cea medie este \_\_\_\_\_.
32. Oasele urechii medii, ce transmit sunetul către urechea internă, sunt ciocanul, nicovala și \_\_\_\_\_.
33. Tubul lung și subțire care leagă faringele de urechea medie se numește \_\_\_\_\_.
34. Structura asemănătoare unui melc din urechea internă se numește \_\_\_\_\_.
35. Cele trei calități ale sunetului sunt intensitatea, frecvența și \_\_\_\_\_.
36. Undele sonore sunt transmise de către oasele urechii medii unei structuri aflate la intrarea în cohlee, cu care scărița vine în contact, numită \_\_\_\_\_.
37. În interiorul cohleei, celulele ciliate detectează modificările presiunii provocate de sunet la nivelul unei structuri numite \_\_\_\_\_.
38. Impulsurile nervoase generate de sunet sunt transmise spre creier prin ramura cohleară a nervului \_\_\_\_\_.
39. Simțul gustului mai este denumit și \_\_\_\_\_.
40. Mugurii gustativi sunt localizați pe partea dorsală a limbii, unde fac parte din mici protuberanțe numite \_\_\_\_\_.
41. Cele cinci gusturi primare sunt dulcele, acru, sărat, umami și \_\_\_\_\_.
42. Gustul sărat și cel dulce sunt detectate mai ales de porțiunea \_\_\_\_\_ a limbii.
43. Impulsurile gustative sunt transmise creierului prin intermediul nervului facial sau al \_\_\_\_\_.
44. Simțul mirosului se mai numește \_\_\_\_\_.
45. Interpretarea mirosului are loc în lobul temporal cerebral și în \_\_\_\_\_.
46. Receptorii pentru simțul tactil din piele se mai numesc \_\_\_\_\_.
47. Receptorii ce detectează presiunea și vibrațiile puternice se numesc \_\_\_\_\_.
48. Simțul echilibrului este asociat cu canale și pasaje aflate în \_\_\_\_\_.
49. Fiecare dintre canalele semicirculare utilizate în menținerea echilibrului vine în contact cu o formațiune numită \_\_\_\_\_.
50. Menținerea posturii depinde de impulsuri ce iau naștere în canalul semicircular prin mișcarea unor mici fragmente de carbonat de calciu numite \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Stratul extern al peretelui globului ocular este alcătuit din
  - A. iris și corpii ciliari
  - B. retină
  - C. corneea și scleră
  - D. celule cu bastonașe și cu conuri
2. Umoarea vitroasă a ochiului se găsește între
  - A. iris și cristalin
  - B. pupilă și iris
  - C. retină și fovea
  - D. cristalin și retină
3. Irisul este alcătuit din
  - A. vase sanguine pigmentate
  - B. două straturi de mușchi netezi
  - C. celule nervoase
  - D. celule ale țesutului conjunctiv denumite astrocite
4. Culoarea ochilor depinde de pigmentii conținuți în
  - A. iris
  - B. retină
  - C. scleră
  - D. corneea
5. Următoarele sunt componente ale retinei, *cu excepția*:
  - A. neuronilor bipolarți
  - B. neuronilor ganglionari
  - C. celulelor cu conuri
  - D. mușchilor ciliari
6. Conjunctiva este o membrană mucoasă care
  - A. acoperă sclera și se extinde către retină
  - B. acoperă globul ocular și căptușește pleoapele
  - C. acoperă celulele cu bastonașe, dar nu și pe cele cu conuri
  - D. se găsește doar în camera posterioară a ochiului
7. Lacrimile sunt produse de un set de glande numite
  - A. glande etmoide
  - B. glande lacrimale
  - C. glande submandibulare
  - D. glande suspensoare
8. Celulele în formă de bastonaș permit vederea
  - A. în condiții de lumină puternică
  - B. în culori
  - C. în condiții de lumină slabă
  - D. numai la nivelul foveei

9. Cea mai mare concentrație de celule cu conuri se găsește în
  - A. corpul ciliar
  - B. iris
  - C. foveca centrală
  - D. lobul temporal
10. Cel mai mare număr de celule cu bastonașe se află în
  - A. ligamentul suspensor
  - B. periferia retinei
  - C. lobul occipital
  - D. pata oarbă
11. Imaginea inversată este reorientată în poziție normală în
  - A. lobul temporal
  - B. pata oarbă
  - C. lobul occipital
  - D. discul optic
12. Procesul de acomodare pentru vederea de aproape se datorează
  - A. modificării formei cristalinului
  - B. înlocuirii celulelor cu conuri de către celule cu bastonașe
  - C. formării imaginii în fața retinei
  - D. apariției discromatopsiei
13. Persoanele cu strabism suferă de o afecțiune în care
  - A. nu pot distinge culoarea roșie sau verde
  - B. razele luminoase sunt focalizate în spatele retinei
  - C. discul optic este lezat
  - D. cei doi ochi nu sunt coordonați
14. Miopia se corectează cu ochelari având lentile
  - A. plate
  - B. biconvexe
  - C. biconcave
  - D. confocale
15. Hipermetropia se poate corecta cu ochelari având lentile
  - A. biconvexe
  - B. biconcave
  - C. plate
  - D. confocale
16. La o persoană cu hipermetropie
  - A. imaginea se formează în fața retinei
  - B. imaginea nu se formează
  - C. imaginea se formează în spatele retinei
  - D. axele optice ale ochilor sunt încrucișate

17. Discromatopsia este rezultatul
  - A. unei leziuni oculare
  - B. unei afecțiuni genetice
  - C. astigmatismului
  - D. purtării de ochelari nepotriviți
18. Următoarele sunt componente ale urechii externe, *cu excepția*
  - A. membranei timpanice
  - B. auriculului
  - C. canalului auditiv extern
  - D. ciocanului, nicovalei și scăriței
19. Trompa lui Eustache se întinde între
  - A. urechea medie și cea internă
  - B. auricul și cohlee
  - C. cohlee și canalele semicirculare
  - D. faringe și urechea medie
20. Următoarele sunt caracteristici ale undelor sonore, *cu excepția*
  - A. intensității
  - B. timbrului
  - C. refracției
  - D. frecvenței
21. Vibrațiile sonore sunt conduse dinspre scăriță înspre perilimfa cohleară de către
  - A. fereastra ovală
  - B. organul lui Corti
  - C. neuronii bipolari
  - D. auricul
22. Moleculele de substanță ce determină gustul amar sunt detectate în principal în
  - A. porțiunea posterioară a limbii
  - B. zonele de sub limbă
  - C. porțiunea laterală anterioară a limbii
  - D. nici o porțiune a limbii
23. Mugurii gustativi trimit stimuli către creier prin intermediul
  - A. nervilor facial și glosofaringian
  - B. nervilor vag și accesoriu
  - C. nervilor olfactiv și optic
  - D. nervilor trohlear și trigemen
24. Nervul olfactiv transportă în principal impulsuri provenite de la
  - A. limbă
  - B. ureche
  - C. nas
  - D. piele



25. Utricula, sacula și vestibulul sunt implicate în
- auz
  - vedere
  - echilibru
  - presiune

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

- Nervul care transmite impulsurile dinspre ochi către creier este nervul olfactiv.
- Stratul intern al globului ocular este un strat bogat vascularizat ce conține coroida, irisul și corpii ciliari.
- Cele două componente ale stratului extern al globului ocular sunt corneea și retina.
- Camera posterioară a ochiului se găsește între iris și retină.
- Irisul este alcătuit din două straturi de mușchi striat.
- Cristalinul este un disc transparent biconcav alcătuit din material proteic dispus în straturi concentrice.
- Ligamentul suspensor leagă cristalinul de corpul ciliar.
- Neuronii ce primesc impulsurile generate de celulele cu conuri și bastonașe sunt neuroni unipolari.
- Membrana mucoasă ce se răsfrânge peste o parte a globului ocular și căptușește pleoapa se numește conjunctivă.
- Lacrimile ce umectează globul ocular sunt produse de aparatul nazal.
- Celulele cu bastonașe permit vederea detaliată și în culori.
- Celulele cu conuri sunt mai numeroase în foveea centrală, o mică depresiune situată în apropierea părții posterioare a centrului retinei.
- Numărul de celule cu bastonașe descrește odată cu îndepărtarea de foveea centrală.
- Principala structură implicată în focalizarea razelor luminoase pe retină este irisul.
- Mușchii intrinseci ai ochiului sunt responsabili de mișcările globilor oculari ce ajută la obținerea unei imagini tridimensionale.
- Astigmatismul se datorează curbării neregulate a cristalinului sau a retinei.
- Aria percepției auditive se află în lobul temporal din cerebel.
- Cele trei oase ale urechii medii sunt ciocanul, etmoidul și scărița.
- Trompa lui Eustache, care se termină în urechea internă, ajută la menținerea presiunii aerului de ambele părți ale timpanului.
- Intensitatea undelor sonore se exprimă de obicei în decibeli.
- Vibrațiile perilimfei din urechea internă sunt transmise dendritelor localizate în organul lui Corti din cohlee.

## 292 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

22. Majoritatea papilelor ce conțin muguri gustativi se găsesc pe palatul moale.
23. Stimulii gustativi trec prin cerebel în drumul lor spre lobii temporali cerebrali, unde sunt interpretați.
24. Organismul poate detecta patru mirosuri.
25. Canalele semicirculare ale urechii interne sunt implicate în principal în simțul echilibrului.

### SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Victor suferă de albinism, fiind incapabil să producă melanină. În ce fel îi afectează această tulburare simțul văzului?

---

## RĂSPUNSURI

---

### SECȚIUNEA A

#### Figura 12.9

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. o | 8. m  | 15. n |
| 2. p | 9. k  | 16. a |
| 3. g | 10. c | 17. b |
| 4. s | 11. e | 18. h |
| 5. i | 12. f | 19. j |
| 6. l | 13. t | 20. r |
| 7. d | 14. q |       |

#### Figura 12.10

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. m | 7. g  | 13. j |
| 2. l | 8. d  | 14. i |
| 3. b | 9. f  | 15. p |
| 4. c | 10. o | 16. k |
| 5. h | 11. a |       |
| 6. e | 12. n |       |

## SECȚIUNEA B - Completare

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. retină                 | 27. biconvexe                     |
| 2. nervul optic           | 28. astigmatism                   |
| 3. retină                 | 29. discromatopsie                |
| 4. scleră                 | 30. lobul temporal                |
| 5. umoarea apoasă         | 31. timpanul (membrana timpanică) |
| 6. umoarea vitroasă       | 32. scărița                       |
| 7. cristalin              | 33. trompa lui Eustache           |
| 8. mușchi neted           | 34. cohleea                       |
| 9. iris                   | 35. timbrul                       |
| 10. pupilei               | 36. fereastra ovală               |
| 11. corpul ciliar         | 37. organul lui Corti             |
| 12. neuroni               | 38. vestibulocohlear              |
| 13. conjunctivă           | 39. simțul gustativ               |
| 14. aparatul lacrimal     | 40. papile                        |
| 15. bastonașe             | 41. amar                          |
| 16. conuri                | 42. anterioară                    |
| 17. foveea centrală       | 43. nervului glosfaringian        |
| 18. celulele cu bastonașe | 44. simțul olfactiv               |
| 19. pata oarbă            | 45. lobul frontal                 |
| 20. lobul occipital       | 46. discurile Merkel              |
| 21. acomodare             | 47. corpusculii Pacini            |
| 22. mușchi ciliar         | 48. urechea internă               |
| 23. strabism              | 49. utriculă                      |
| 24. presbitism            | 50. otoliți                       |
| 25. biconcave             |                                   |
| 26. hipermetropie         |                                   |

## SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. B  | 11. C | 16. C | 21. A |
| 2. D | 7. B  | 12. A | 17. B | 22. A |
| 3. B | 8. C  | 13. D | 18. D | 23. A |
| 4. A | 9. C  | 14. C | 19. D | 24. C |
| 5. D | 10. B | 15. A | 20. C | 25. C |

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. nervul optic        | 14. cristalinul          |
| 2. mijlociu            | 15. extrinseci           |
| 3. sclera (sclerotica) | 16. corneei              |
| 4. cristalin           | 17. emisferele cerebrale |
| 5. neted               | 18. nicovala             |
| 6. biconvex            | 19. medie                |
| 7. A                   | 20. A                    |
| 8. bipolarari          | 21. A                    |
| 9. A                   | 22. limbă                |
| 10. lacrimal           | 23. talamus              |
| 11. conuri             | 24. peste 4000 de        |
| 12. A                  | 25. A                    |
| 13. crește             |                          |

**SECȚIUNEA E - Studiu de caz**

Deoarece stratul pigmentar al retinei lui Victor nu conține melanină, razele luminoase se vor dispersa în interiorul ochiului, iar imaginile percepute de el vor fi neclare.



# Sistemul endocrin

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie structura și funcțiile sistemului endocrin. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți diferitele mecanisme intracelulare utilizate de hormoni;
- identificați acele caracteristici ale hipofizei posterioare care o deosebesc de alte organe endocrine;
- definiți și identificați „hormonii tropi”;
- asociați toate glandele endocrine și toate tipurile de celule cu hormonii pe care îi produc, funcțiile lor, organele lor țintă și efectele asupra acestora;
- identificați afecțiunile asociate cu dezechilibrele hormonale;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

### CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Descrierea generală a hormonilor
- Hipofiza
- Alte glande endocrine – tiroida, paratiroida, pancreasul, glandele suprarenale etc.
- Întrebări recapitulative

Sistemul endocrin este alcătuit din **glande endocrine** și din celule endocrine dispuse difuz în diferite țesuturi. Toate acestea secretă hormoni pe care îi elimină în sânge, cu scopul de a menține homeostazia. Sângele transportă hormonii până la organele țintă, unde aceștia produc modificări biochimice și fiziologice. Spre exemplu, hormonii stimulează creșterea și dezvoltarea, favorizează retenția de apă, ridică sau scad nivelul glucozei din sânge, favorizează retenția de sodiu și induc dezvoltarea caracteristicilor sexuale masculine. La nivelul celulelor țintă, hormonii se leagă de receptori specifici aflați pe suprafața sau în interiorul celulei.

Glandele endocrine produc două tipuri de hormoni: hormoni steroidieni (steroizi) și **hormoni non-steroidieni** (Tabelul 13.1).

**Hormonii steroidieni** sunt alcătuiți din lipide sintetizate din colesterol. Ei au o structură inelară, complexă, alcătuită din atomi de carbon și hidrogen. Exemple de astfel de hormoni sunt cortizolul, cortizonul, estrogenii, progesteronul și testosteronul.

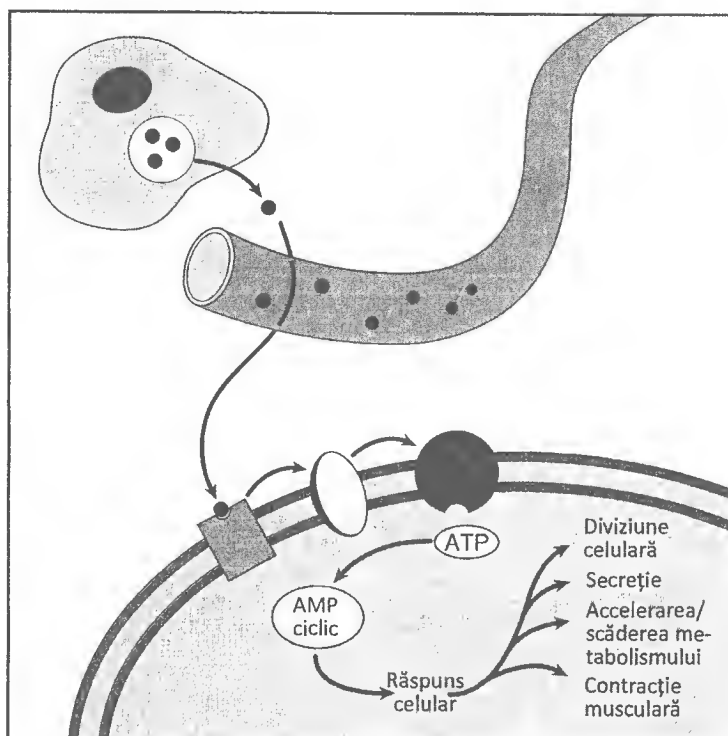
Hormonii non-steroidieni includ proteine, peptide și amine. **Hormonii proteici** sunt alcătuiți din lanțuri de aminoacizi conectate între ele prin legături peptidice, și includ insulina secretată de pancreas, calcitonina secretată de glanda tiroidă și hormonii hipofizari. **Hormonii peptidici** conțin lanțuri mai scurte de aminoacizi, fiind reprezentați de hormonul antidiuretic (ADH) și oxitocină. **Hormonii aminici** sunt derivați din aminoacizi. Exemple de astfel de hormoni sunt tiroxina, sintetizată în glanda tiroidă, și adrenalina (epinefrina) din glandele suprarenale.

Cercetarea științifică a demonstrat că hormonii steroizi se dizolvă în fosfolipide și trec cu ușurință prin membrana celulară. În citoplasma celulelor țintă, hormonii se combină cu proteine, iar complexul rezultat stimulează activitatea unor gene care codifică tipuri specifice de molecule de ARN mesager. Acest fenomen conduce la declanșarea sintezei proteice, determinând modificări ale metabolismului celular.

Majoritatea hormonilor proteici, peptidici și aminici acționează ca **mesageri primari** ce se leagă de receptori aflați pe membrana celulelor țintă. Astfel, ei intensifică activitatea anumitor enzime membranare. O astfel de enzimă este **adenilat ciclaza** (Figura 13.1). După activare, adenilat ciclaza transformă moleculele de ATP în molecule de adenozin monofosfat ciclic (cAMP). Aceste molecule, denumite **mesageri secundari**, se dispersează în celulă și accelerează anumite modificări celulare, precum creșterea sintezei proteice, alterarea permeabilității membranare și activarea anumitor enzime.

TABELUL 13.1 CELE DOUĂ TIPURI PRINCIPALE DE HORMONI

Tipuri de hormoni	Exemple
<b>Steroizi</b>	Estrogeni, testosteron, aldosteron, cortizol
<b>Non-steroizi</b>	
• <b>Amine</b>	Noradrenalina (norepinefrină), adrenalina (epinefrină)
• <b>Peptide</b>	ADH, oxitocină
• <b>Proteine</b>	Insulină, somatotrop, prolactină
• <b>Glicoproteine</b>	FSH, LH, TSH

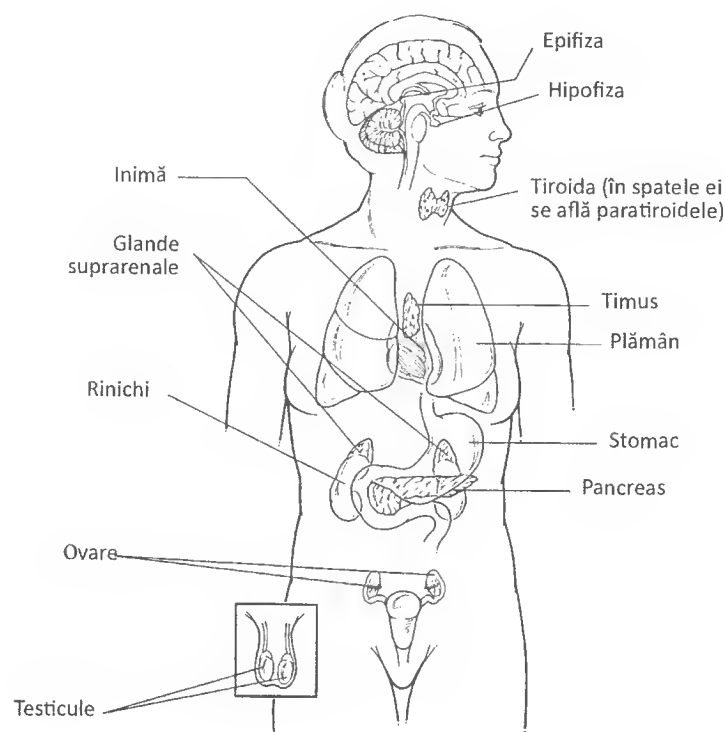


**FIGURA 13.1** Activitatea hormonilor proteici, peptidici și aminici. Celula endocrină produce hormonul, care este transportat prin sânge până la celula țintă. Pe suprafața acesteia, hormonul se leagă de un receptor și formează AMP ciclic. Această moleculă acționează ca mesager secundar și induce modificări celulare. În exemplul prezentat, adenilat ciclaza transformă ATP în AMP ciclic. Acesta, la rândul său, activează diverse enzime, provocând un răspuns celular adecvat.

Unele glande endocrine prezintă mecanisme de acțiune autocrine și paracrine. Mecanismul **autocrin** se traduce prin acțiunea unui hormon asupra celulei ce l-a secretat. În cadrul mecanismului **paracrin**, hormonii secretați de o celulă endocrină acționează asupra celulelor din imediata vecinătate.

## HIPOFIZA (GLANDA PITUITARĂ)

Hipofiza (Figura 13.2) este o glandă de mărimea unui bob de mazăre, situată în partea inferioară a creierului, într-o depresiune a osului sfenoid denumită sella turcica (șaua turcească), imediat înapoia chiasmei optice. Glanda hipofiză are un lob anterior, denumit **adenohipofiză**, și unul posterior, **neurohipofiză**. Neurohipofiza nu este o glandă endocrină propriu-zisă, ci un rezervor al hormonilor produși de către hipotalamusul situat deasupra ei. O tijă, denumită **infundibul**, leagă hipofiza de partea inferioară a hipotalamusului. Celulele neurosecretoare din hipotalamus sintetizează neurohormoni, care sunt transportați de-a lungul infundibulului în neurohipofiză, unde sunt stocați temporar. Acești hormoni sunt eliberați ca răspuns la stimulii proveniți din neuronii hipotalamici.



**FIGURA 13.2** Glandele endocrine și relația lor cu principalele organe din corp.

Primul hormon eliberat de neurohipofiză este **hormonul antidiuretic (ADH)**, cunoscut și sub denumirea de **vasopresină**. ADH-ul acționează asupra tubilor renali, stimulând reabsorbția apei și determinând astfel creșterea volumului și a presiunii sanguine. Secreția scăzută (hiposecreția) de ADH are ca rezultat **diabetul insipid**, caracterizat prin producere excesivă de urină și senzație excesivă de sete.

Al doilea hormon eliberat de neurohipofiză este **oxitocina**. Celulele țintă ale acestui hormon sunt fibrele musculare netede din uter și glandele mamare, el stimulând astfel contracțiile uterine și eliminarea laptelui. La femeile ce alăptează, secreția de oxitocină este reglată parțial prin actul suptului.

Lobul anterior al hipofizei (adenohipofiza) produce câțiva hormoni cu importanță majoră. Adenohipofiza este controlată de către hipotalamus, care secretă **hormoni stimulatori** și **hormoni inhibitori**, eliberați în vasele sistemului port hipotalamo-hipofizar. Hormonii sintetizați de hipotalamus ajung astfel în hipofiză (Figura 13.3). Hormonii stimulatori cresc rata de sinteză și de eliberare a hormonilor hipofizei anterioare, pe când hormonii inhibitori o diminuează. Hormonii hipofizei anterioare controlează alte glande endocrine, motiv pentru care hipofiza este considerată glanda „dirijor” a sistemului endocrin. Hormonii care controlează alte glande endocrine se numesc **hormoni tropi**.

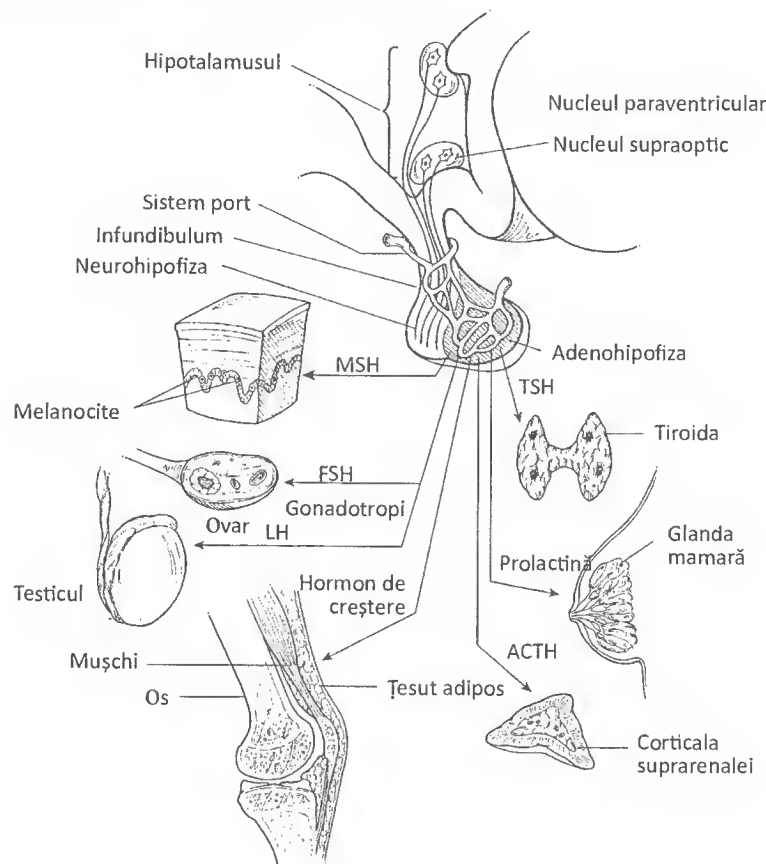
Primul hormon adenohipofizar, **hormonul de creștere uman (HGH – Human Growth Hormone)** este cunoscut și sub denumirea de **hormon somatotrop (STH)**. Acesta accelerează creșterea organismului prin stimularea introducerii aminoacizilor și

#### DE REȚINUT

Prolactina secretată de adenohipofiză stimulează sinteza laptelui. Oxitocina neurohipofizară stimulează ejecția laptelui și contracțiile uterine din timpul nașterii.



a proteinelor în celule, prin promovarea sintezei proteice și mobilizarea grăsimilor. Hormonul somatotrop este o proteină alcătuită din 31 de aminoacizi. Secreția de STH este inhibată de nivelul sanguin crescut al hormonului.



**FIGURA 13.3** Adenohipofiza, vedere laterală stângă. Sunt ilustrați hormonii secretați din adenohipofiză și organele lor țintă. Observați relația glandei hipofize cu hipotalamusul, și vascularizația ei. Hormonii neurohipofizari nu sunt reprezentați.

Deficitul de STH în copilărie cauzează **nanism** hipofizar, iar excesul **gigantism**. Excesul de STH la adulți are ca rezultat **acromegalia**, o afecțiune caracterizată prin schimbarea fizionomiei și a aspectului fizic al unei persoane, ca urmare a îngroșării și a creșterii exagerate a țesuturilor moi. Aceste modificări au loc în special la nivelul feței, mâinilor și a labelor picioarelor.

Al doilea hormon adenohipofizar este **hormonul stimulator tiroidian (TSH)**. Acest hormon reglează dezvoltarea glandei tiroide și stimulează captarea iodului de către aceasta. De asemenea, TSH-ul controlează sinteza și eliberarea hormonilor tiroidieni, el fiind, astfel, un hormon trop.

Al treilea hormon adenohipofizar este **hormonul adrenocorticotrop (ACTH)**, un alt hormon trop. Țesutul țintă al ACTH-ului este zona corticală a glandei suprarenale. La acest nivel, ACTH-ul influențează creșterea tisulară și stimulează secreția unor hormoni numiți glucocorticoizi.

Al patrulea hormon adenohipofizar este **prolactina**. Acest hormon acționează asupra glandelor mamare, stimulând producerea laptelui pentru alăptarea nou-născutului.

Ultimii hormoni adenohipofizari sunt hormonii gonadotropi: **hormonul foliculo-stimulant (FSH)** și **hormonul luteinizant (LH)**, care au efecte asupra gonadelor (organele sexuale). FSH acționează asupra ovarelor și a testiculelor. La femei, FSH-ul stimulează dezvoltarea foliculilor ovarieni în vederea producerii ovulelor, iar la bărbați stimulează producerea spermatozoizilor. LH stimulează, la femei, maturarea foliculilor ovarieni și ovulația. De asemenea, stimulează secreția de estrogeni și progesteron de către corpul galben (Capitolul 23). La bărbați, LH stimulează producerea testosteronului la nivel testicular. (Figura 13.3 prezintă, pe scurt, țesuturile țintă ale hormonilor adenohipofizari). Atât FSH-ul, cât și LH-ul, sunt hormoni tropi (Tabelul 13.2 prezintă, pe scurt, hormonii hipofizari).

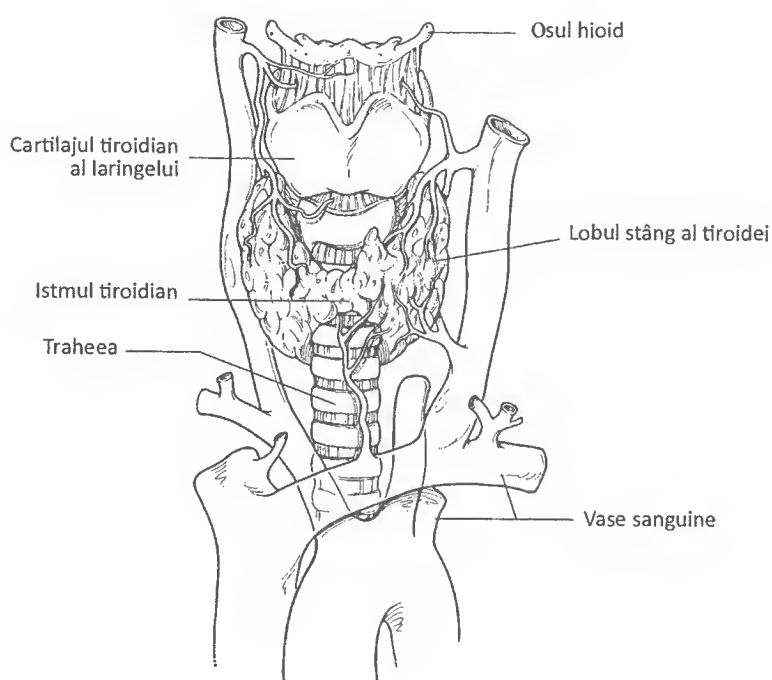
TABELUL 13.2 HORMONII GLANDEI HIPOFIZE

Hormonul	Organul/organele țintă	Efecte principale
<i>Lobul anterior:</i>		
<b>Hormonul de creștere sau somatotrop (STH)</b>	Țesuturile întregului organism	Stimulează creșterea
<b>Hormonul stimulator tiroidian (TSH)</b>	Glanda tiroidă	Stimulează producerea tiroxinei
<b>Hormonul adreno-corticotrop (ACTH)</b>	Zona corticală a supra-renaliei, pielea, ficatul, glanda mamară	Stimulează producerea corticosteroizilor; crește rata metabolismului, stimulează depunerea glicogenului în ficat, pigmentarea pielii, producerea laptelui
<b>Prolactina (PRL)</b>	Glanda mamară	Stimulează producerea laptelui după naștere
<b>Hormonul foliculo-stimulant (FSH)</b>	Foliculul ovarian și tubii seminiferi testiculari	Stimulează creșterea foliculilor și a tubilor
<b>Hormonul luteinizant (LH)</b>	Corpul galben (luteal) ovarian și celulele interstițiale din testicul	Stimulează formarea corpului galben (luteal) din folicul; stimulează producția de progesteron în ovare și de testosteron în testicule
<b>Hormonul melanocito-stimulator (MSH)</b>	Melanocitele cutanate	Controlează pigmentarea pielii
<i>Lobul posterior:</i>		
<b>*Vasopresina sau hormonul antidiuretic (ADH)</b>	Mușchii netezi, în special cei ai arteriolelor, și tubii renali	Provoacă vasoconstricție, ridicând astfel presiunea sanguină; stimulează reabsorbția apei în rinichi
<b>*Oxitocina</b>	Uterul și ductele din glanda mamară	Stimulează contracția uterului, dacă aceasta este inițiată de hormonii ovarieni; stimulează ejecția laptelui de către glanda mamară

\*hormoni produși de hipotalamus și eliberați de către neurohipofiză.

## GLANDA TIROIDĂ

Glanda tiroidă este situată în țesuturile moi ale gâtului, în fața laringelui. Este compusă din doi lobi laterali interconectați prin intermediul unei benzi de țesut numite istm. Vârful fiecărui lob se situează lateral de treimea inferioară a cartilajului tiroidian al laringelui, iar baza se află lateral față de porțiunea superioară a traheei. Unitatea funcțională a glandei tiroide este reprezentată de foliculul tiroidian (Figura 13.4).



**FIGURA 13.4** Glanda tiroidă, fața anterioară. Cei doi lobi laterali sunt uniți printr-un istm.

Glanda tiroidă secretă trei hormoni principali: tiroxina, triiodotironina și calcitonina. **Tiroxina (T4)** și **triiodotironina (T3)** accelerează rata metabolismului celular. La tineri, ei reglează creșterea și stimulează maturarea sistemului nervos. Sinteza acestor hormoni este reglată de hormonul stimulator tiroidian (TSH), secretat de către adenohipofiză.

Hormonii tiroidieni accelerează rata metabolismului celular în tot organismul. Ei stimulează activitatea enzimelor asociate cu metabolismul glucozei și, prin urmare, cresc rata metabolismului bazal, la fel ca și cantitatea de oxigen consumată de către celule și cantitatea de căldură produsă. Acești hormoni stimulează și creșterea numărului de receptori din vasele sanguine, având un rol în menținerea presiunii sanguine.

TABELUL 13.3 PRINCIPALII HORMONI DIN ORGANISMUL UMAN

Glanda	Localizare	Prođuși	Organe țintă sau funcție
<b>Hipofiza</b>	Partea inferioară a creierului	Vezi Tabelul 13.2	Vezi Tabelul 13.2
<b>Tiroida</b>	Anterior și inferior față de laringe	Tiroxină Triiodotironină Calcitonină	Celulele din toate țesuturile organismului Crește rapid depunerea de calciu în oase și scade concentrația sanguină a calciului
<b>Paratiroida</b>	Pe suprafața posterioară a glandei tiroide	Parathormon	Reglează activitatea osteoclastelor, crescând concentrația calciului în sânge
<b>Pancreasul (insulele Langerhans)</b>	În cavitatea abdominală, sub stomac		
<b>celulele beta</b>		Insulină	Facilitează pătrunderea glucozei în celule, în special la nivel hepatic
<b>celulele alfa</b>		Glucagon	Facilitează degradarea glicogenului în ficat și eliberarea glucozei în sânge
<b>Suprarenala</b>	Polul superior al rinichiului		
<b>zona medulară</b>	Zonă internă a glandei, origine nervoasă	Adrenalină Noradrenalină	Acționează în reacțiile de urgență („fight or flight”)
<b>zona corticală</b>	Zonă periferică a glandei	Glucocorticoizi	Reglează metabolismul glucidelor și al lipidelor
		Mineralocorticoizi	Reglează echilibrul sodiului și al mineralelor
		Hormoni sexuali	Afectează hormonii sexuali secundari
<b>Epifiza</b>	În mezencefal, pe perețele superior al ventriculului III	Melatonină	Organele reproducătoare, în special ovarele

Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină și triiodotironină este necesar aportul alimentar de **iod**. Dacă iodul este indisponibil în alimentație, tiroida acumulează fluid și apare o creștere în dimensiuni a părții anterioare a gâtului numită **gușă**. Suplimentarea iodului alimentar ameliorează această afecțiune.

Hiposecreția de tiroxină la copii are ca rezultat **cretinismul**. Simptomele cretinismului includ creșterea deficitară, trăsături faciale îngroșate, creștere osoasă anormală, retard mental și letargie generală. Tratamentul în cretinism este reprezentat de hormonoterapia

cu tiroxină. La adulți secreția insuficientă de tiroxină duce la **mixedem**. Simptomele acestei boli includ creșterea în greutate, ritm cardiac lent, rată metabolică redusă, lipsă de energie și o stare de slăbiciune generalizată. Un exces de tiroxină și triiodotironină duce la **boala Graves** (gușa exoftalmică). Printre simptome se numără pierderea în greutate, accelerarea pulsului, creșterea apetitului și creșterea ratei metabolice. Uneori, se observă exoftalmie (globi oculari proeminenți).

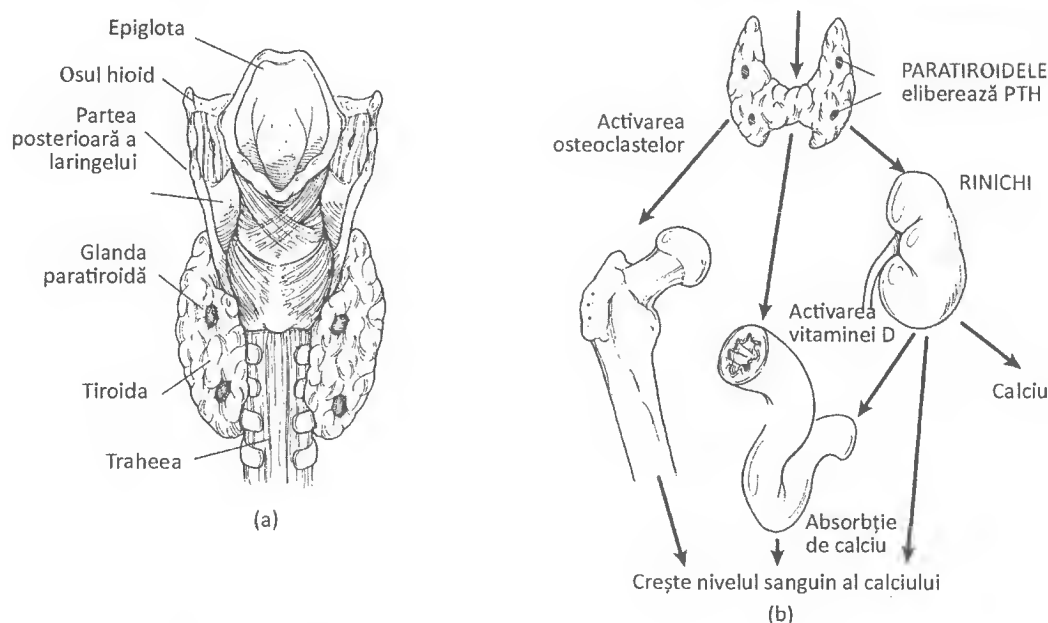
Cel de-al treilea hormon tiroidian este **calcitonina** (Tabelul 13.3). Calcitonina reglează nivelul de calciu din sânge și este antagonistul parathormonului secretat de glanda paratiroidă. Calcitonina scade nivelul calciului în sânge și crește depunerea acestuia în oase, pe când parathormonul are efecte inverse.

## GLANDELE PARATIROIDE

Glandele paratiroidale sunt reprezentate de patru mici mase de țesut glandular localizate pe fața posterioară a glandei tiroide. Fiecare dintre ele are aproximativ mărimea unui bob de mazăre (Figura 13.5). Ele secretă **parathormonul (PTH)** sau hormonul paratiroidian. Parathormonul crește nivelul de calciu din sânge. El are acțiune antagonistă față de calcitonină, crescând resorbția calciului din oase prin stimularea activității osteoclastelor. De asemenea, el influențează reabsorbția calciului în tubii renali și la nivelul mucoasei intestinale.

Parathormonul stimulează activarea renală a vitaminei D, care va regla apoi absorbția calciului în intestin. Bolile datorate hipersecreției de parathormon se datorcă, în general, unei tumori paratiroidiene. Semnele caracteristice acestor boli sunt deformările și scăderea densității oaselor.

**DE REȚINUT**  
Calcitonina stimulează creșterea osoasă iar parathormonul resorbția osoasă. Ambii hormoni controlează nivelul sanguin al calciului.

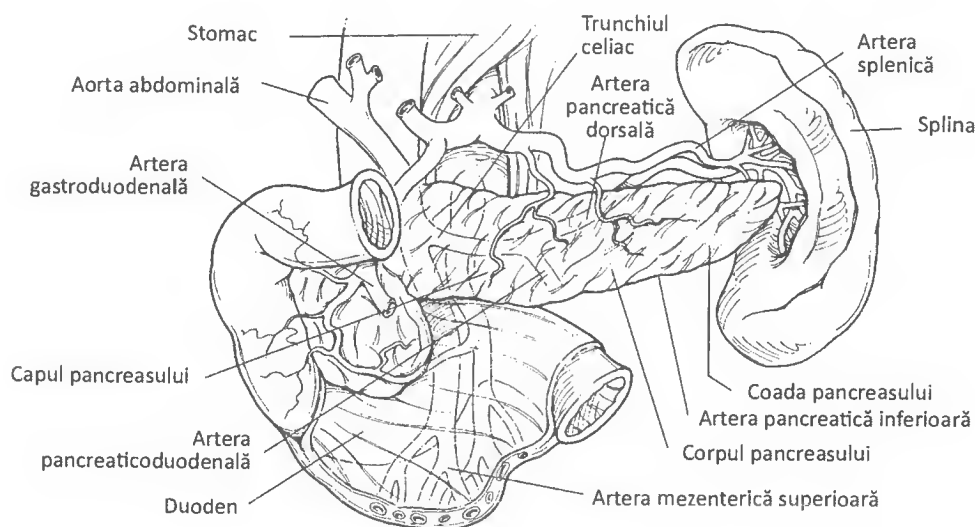


**FIGURA 13.5** Glanda paratiroidă și parathormonul. (a) Cele patru glande paratiroidale situate pe fața posterioară a tiroidei. (b) Când nivelul sanguin al calciului scade, paratiroidalele eliberează parathormonul (PTH). Hormonul crește nivelul sanguin al calciului acționând asupra oaselor, tubilor renali și intestinului.

## PANCREASUL

Pancreasul este un organ glandular de dimensiuni mari, cu o formă aplatizată, localizat în cavitatea abdominală, sub stomac, într-un pli al mezenterului (Figura 13.6). Acest organ are atât funcție digestivă cât și funcție endocrină. Funcția digestivă a pancreasului constă în producerea de enzime digestive pancreatice, iar cea endocrină în producerea a doi hormoni principali, insulina și glucagonul. În pancreas există mult mai multe celule ce produc enzime digestive decât celule ce produc hormoni. Acestea din urmă se găsesc în interiorul **insulelor pancreatice** (insulele Langerhans), despre care se spune că sunt „insule” de țesut endocrin într-o „mare” de țesut ce produce enzime digestive.

**Insulina** este un hormon proteic compus din 51 de aminoacizi asamblați în două lanțuri proteice. Acest hormon acționează în întregul organism, stimulând intrarea moleculelor de glucoză în celule și, astfel, scade nivelul sanguin al glucozei. Insulina este produsă de către **celulele beta** din insulele Langerhans, după ingestia de alimente.

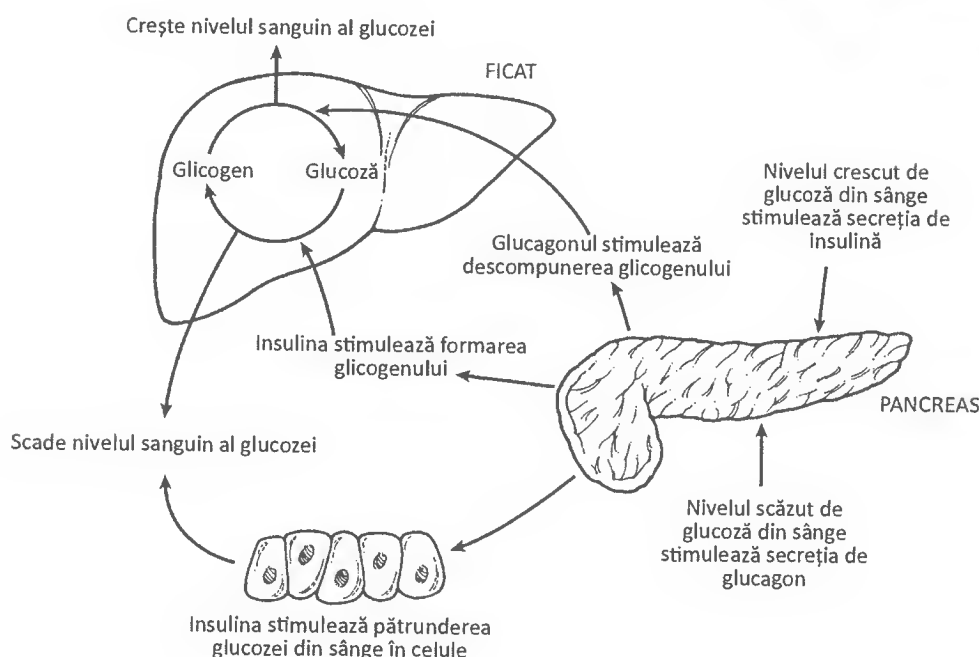


**FIGURA 13.6** Pancreasul în poziția sa anatomică în cavitatea abdominală, vedere frontală. Partea stângă a stomacului este ridicată, pentru a se putea observa pancreasul.

Când celulele beta sunt inactive, organismul este lipsit de insulină, dezvoltându-se o afecțiune numită **diabet zaharat** (tip 1). Un alt tip de diabet (tip 2) apare când celulele din organism dispun de un număr redus de receptori pentru insulină. În ambele tipuri de diabet, în celule nu pătrunde suficientă glucoză pentru un metabolism normal, rezultatul fiind lipsa de energie la nivelul întregului organism și o stare de oboseală. Rinichiul permite eliminarea glucozei aflate în exces în sânge, prin urină. Astfel, concentrația glucozei în urină crește, iar rinichii elimină multă apă pentru a o dilua. Prin urmare, o persoană diabetică va urina frecvent și va suferi de o senzație excesivă de sete.

Cel de-al doilea hormon pancreatic este **glucagonul** (Figura 13.7). Glucagonul este produs de **celulele alfa** din insulele Langerhans în lipsa aportului alimentar. Glucagonul stimulează degradarea glicogenului (glicogenoliză) la nivelul ficatului. Acest proces are ca rezultat molecule de glucoză, care sunt eliberate în sânge. Astfel, glucagonul crește nivelul sanguin al glucozei, pe când insulina îl scade. Glucagonul promovează și gluconeogeneza, ce reprezintă formarea glucozei din aminoacizi și molecule lipidice acide. Efectul acestui proces este îndepărtarea aminoacizilor din sânge.

**DE REȚINUT**  
Insulina este eliberată postprandial și stimulează pătrunderea glucozei în celule. Glucagonul este eliberat în condiții de înfometare și crește nivelul sanguin al glucozei.



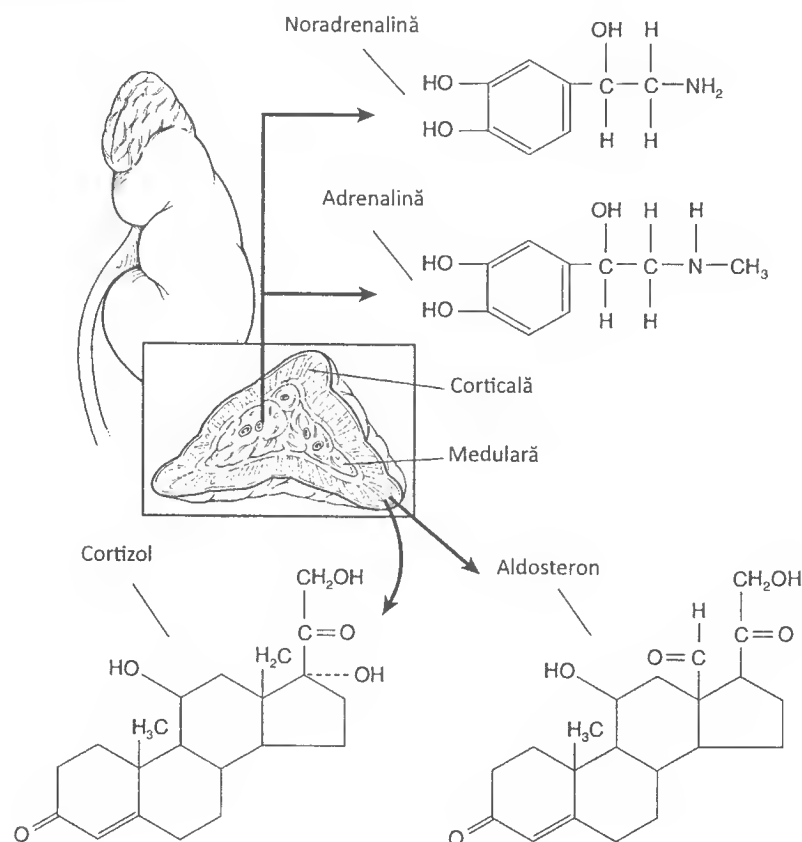
**FIGURA 13.7** Efectele antagoniste ale insulinei și ale glucagonului, cei doi hormoni pancreatici. Când nivelul sanguin al glucozei este ridicat, insulina stimulează celulele organismului și ficatul să îndepărteze glucoza din sânge. Un nivel scăzut al glucozei în sânge declanșează eliberarea glucagonului, care stimulează ficatul să crească nivelul glucozei în sânge.

## GLANDELE SUPRARENALE

Glandele suprarenale sunt glande pereche localizate la polul superior al rinichilor. Fiecare glandă suprarenală are două porțiuni: **medulara**, în centru și **corticala**, la periferie (la exterior). Medulara secretă hormoni cu acțiune complementară cu cea a sistemului nervos simpatic, iar corticala secretă hormoni ce contribuie la reglarea echilibrului mineral și energetic, și a funcțiilor reproducătoare ale organismului.

Hormonii zonei corticale sunt denumiți glucocorticoizi și mineralocorticoizi. **Mineralocorticoizii** au ca reprezentant **aldosteronul** (Figura 13.8). Acești hormoni reglează

concentrația de electroliți, în special sodiu și potasiu, din sânge și fluidele corporale. La rândul ei, secreția de mineralocorticoizi este reglată de către concentrația sanguină a electroliților. **Glucocorticoizii** au efecte asupra metabolismului carbohidraților, proteinelor și lipidelor. În același timp, ei stimulează vasoconstricția și au rol antiinflamator. Unul din cei mai importanți glucocorticoizi este **cortizolul**. Secreția glucocorticoizilor este reglată de către hormonul adrenocorticotrop (ACTH) din adenohipofiză printr-un mecanism de feedback negativ.



**FIGURA 13.8** Glanda suprarenală în poziție anatomică, deasupra rinichiului, cele două regiuni ale glandei și hormonii reprezentativi pentru fiecare regiune. Cortizolul și aldosteronul sunt hormoni steroizi, cu o configurație moleculară tipică pentru aceștia.

Corticala glandelor suprarenale produce și **hormoni steroizi**, care influențează caracterele sexuale. Acești hormoni suplimentează cantitatea, mult mai mare, de hormoni sexuali produși de către gonade.

Medulara glandei suprarenale secretă o serie de hormoni aminici denumiți **catecolamine**, ce includ **adrenalina (epinefrina)** și **noradrenalina (norepinefrina)**. Ambii hormoni pregătesc organismul pentru efort fizic intens și reacția „fight or flight”. În acest sens, ambii hormoni acționează împreună cu sistemul nervos simpatic.

Hipo- sau hipersecreția de hormoni corticali provoacă diverse boli. **Boala Addison**, care apare în urma hiposecreției de glucocorticoizi și mineralocorticoizi, este însoțită de



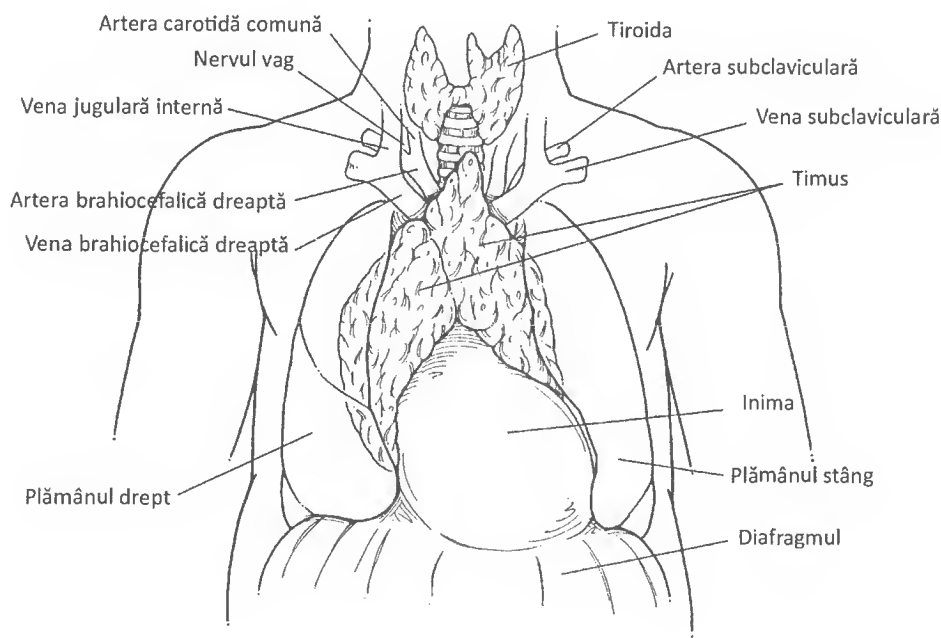
un dezechilibru al sodiului și al potasiului, un ten închis la culoare, deshidratare, hipotensiune și o stare generală de slăbiciune. Hipersecreția de glucocorticoizi are ca rezultat **sindromul Cushing**, care este însoțit de umflarea feței, hipertensiune și slăbiciune musculară generalizată.

## ALTE GLANDE ENDOCRINE

Sistemul endocrin include și ovarele și testiculele. În **ovare**, celulele foliculare secretă estrogeni și progesteron (hormoni feminini), care influențează dezvoltarea caracterelor sexuale secundare feminine (Capitolul 23). La bărbați, **testiculele** secretă testosteron și alți androgeni (hormoni masculini), care influențează caracterelor sexuale secundare masculine (Capitolul 22).

O altă glandă endocrină este **epifiza** (glanda pineală), o glandă mică situată în mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III. Epifiza este legată de talamus și secretă un hormon numit **melatonină**. Se crede că melatonina reglează secreția altor hormoni și că poate influența ciclul zi-noapte (ritmul nictemeral).

**Timusul** este un organ localizat în mediastinul superior, înapoia sternului (Figura 13.9). El secretă **timozine**, o serie de hormoni implicați în maturarea și dezvoltarea limfocitelor T, care fac parte din sistemul imunitar al organismului (Capitolul 16). Timusul este bine dezvoltat la făt și nou-născut, dar dimensiunile sale scad cu vârsta.



**FIGURA 13.9** Timusul în poziție anatomică, în interiorul toracelui unui copil. Glanda dispare cu vârsta, fiind abia vizibilă la adolescenți.

În epiteliul care tapetează stomacul și intestinul subțire se găsesc câteva **celule endocrine digestive**. Aceste celule secretă gastrină, secretină și alți hormoni implicați în procesele digestive (Capitolul 18).

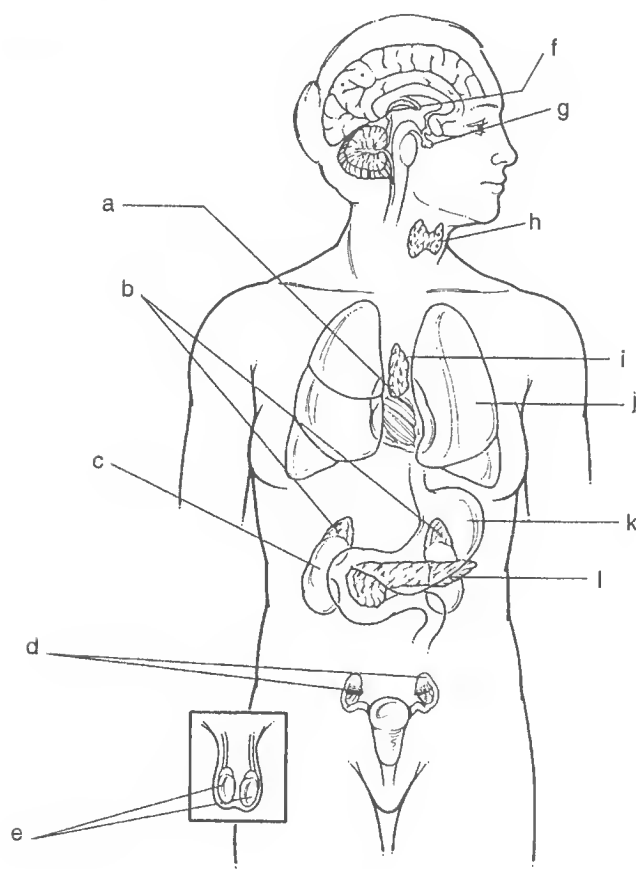
În anumite organe precum ficatul, rinichiul, inima și plămânii, există celule endocrine ce secretă cantități extrem de mici de hormoni non-steroizi, denumiți **prostaglandine**. Prostaglandinele au diverse efecte asupra țesuturilor, ca de exemplu contracția țesutului muscular neted.

Celulele **rinichiului** produc un hormon numit **eritropoetină**, care stimulează sinteza hematiilor în măduva osoasă roșie.



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE.

**SECȚIUNEA A** – Identificați corect glandele endocrine.



- \_\_\_ 1. glandele suprarenale
- \_\_\_ 2. inima
- \_\_\_ 3. rinichiul
- \_\_\_ 4. plămânul
- \_\_\_ 5. ovarele
- \_\_\_ 6. pancreasul
- \_\_\_ 7. epifiza
- \_\_\_ 8. hipofiza
- \_\_\_ 9. stomacul
- \_\_\_ 10. testiculele
- \_\_\_ 11. timusul
- \_\_\_ 12. tiroida

FIGURA 13.10

**SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Glandele endocrine produc \_\_\_\_\_.
2. Hormonii steroizi sunt molecule de lipide sintetizate din \_\_\_\_\_.
3. Toți hormonii sunt transportați în organism de către \_\_\_\_\_.
4. Estrogenii, progesteronul și cortizolul sunt exemple de \_\_\_\_\_.
5. Interacțiunea hormonilor non-steroidi cu celulele poate induce activarea unei enzi-me numită \_\_\_\_\_.
6. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului sfenoid numită \_\_\_\_\_.
7. Hormonii eliberați de către neurohipofiză sunt produși de o regiune a creierului numită \_\_\_\_\_.
8. Un alt nume al lobului anterior al hipofizei este \_\_\_\_\_.
9. Secreția excesivă de hormon de creștere în copilărie duce la \_\_\_\_\_.
10. Tiroida este situată în țesuturile moi ale \_\_\_\_\_.
11. Pentru a se putea produce tiroxină, alimentația trebuie să conțină \_\_\_\_\_.
12. Secreția insuficientă de tiroxină la copii poate provoca o boală numită \_\_\_\_\_.
13. Un exces de tiroxină poate provoca o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
14. Hormonul TSH este secretat de către hipofiză și acționează asupra \_\_\_\_\_.
15. Hormonul ce acționează asupra glandelor mamare, stimulând secreția lactată, se numește \_\_\_\_\_.
16. Unul dintre hormonii neurohipofizari stimulează reabsorbția apei din tubii renali și se numește \_\_\_\_\_.
17. Hormonul al cărui organ țintă este uterul, unde produce contracții, se numește \_\_\_\_\_.
18. În absența iodului alimentar, glanda tiroidă crește în dimensiuni, apărând o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
19. Glandele paratiroidice sunt situate pe partea posterioară a \_\_\_\_\_.
20. Parathormonul, secretat de către paratiroide, reglează nivelul de \_\_\_\_\_.

### 310 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

21. Hormonul secretat de tiroidă, care reglează nivelul de calciu, se numește \_\_\_\_\_.
22. Organul glandular de mari dimensiuni, localizat în cavitatea abdominală, care are atât funcție endocrină cât și funcție exocrină, se numește \_\_\_\_\_.
23. Diabetul zaharat este o afecțiune în care pancreasul produce o cantitate insuficientă de \_\_\_\_\_.
24. Insulina stimulează pătrunderea în celule a \_\_\_\_\_.
25. În lipsa aportului alimentar, pancreasul produce \_\_\_\_\_.
26. Insulina este produsă de celulele pancreatice numite \_\_\_\_\_.
27. Glandele suprarenale se găsesc pe polul superior al \_\_\_\_\_.
28. Partea externă a glandelor suprarenale se numește \_\_\_\_\_.
29. Aldosteronul este un exemplu de hormoni suprarenali numiți \_\_\_\_\_.
30. Metabolismul carbohidraților, al proteinelor și al lipidelor este reglat de hormoni secretați în corticala suprarenalelor și denumiți \_\_\_\_\_.
31. Activitatea glandelor suprarenale este controlată de un hormon adenohipofizar prescurtat \_\_\_\_\_.
32. O secreție insuficientă de hormoni în corticala suprarenalelor poate avea ca efect o boală numită \_\_\_\_\_.
33. Un alt nume al hormonului paratiroidian este \_\_\_\_\_.
34. Insulina este alcătuită exclusiv din \_\_\_\_\_.
35. Funcția glucagonului este stimularea degradării glucidului numit \_\_\_\_\_.
36. Partea internă a glandei suprarenale se numește \_\_\_\_\_.
37. Concentrația de electroliți din organism este reglată de hormonii secretați de suprarenală, numiți \_\_\_\_\_.
38. Un important hormon secretat în medulara suprarenalei, care are rol în reacția „fight or flight”, este \_\_\_\_\_.
39. Secreția excesivă de glucocorticoizi de către corticala suprarenalei poate duce la \_\_\_\_\_.
40. Ovarele secretă estrogeni și \_\_\_\_\_.
41. Glanda endocrină de mici dimensiuni, localizată în mezencefal, care secretă melatonina, se numește \_\_\_\_\_.

42. Timusul joacă un rol important în dezvoltarea globulelor albe sanguine numite \_\_\_\_\_.
43. Numeroase celule, aflate în diverse organe, secretă hormoni lipidici non-steroidici numiți \_\_\_\_\_.
44. Eritropoetina stimulează producerea de \_\_\_\_\_.
45. Hormonii ovarieni influențează caracterele sexuale secundare \_\_\_\_\_.
46. Hormonul despre care se crede că reglează ciclul zi-noapte se numește \_\_\_\_\_.
47. Hormonii sexuali feminini sunt progesteronul și \_\_\_\_\_.
48. Epifiza este localizată în \_\_\_\_\_.
49. Maturarea și dezvoltarea limfocitelor T este controlată de hormoni numiți \_\_\_\_\_.
50. Gastrina și secretina sunt implicate în procesul de \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații.

1. Producția glandelor endocrine sunt
  - A. hormoni
  - B. enzime
  - C. minerale
  - D. ioni
2. Hormonii pot fi alcătuiți din următoarele substanțe, *cu excepția*
  - A. steroizilor
  - B. proteinelor
  - C. glucidelor
  - D. aminelor
3. Hipofiza este localizată
  - A. în cavitatea abdominală
  - B. în partea inferioară a creierului
  - C. de-a lungul arterei femurale
  - D. în țesuturile moi ale gâtului
4. Următorii hormoni sunt produși de către lobul anterior al hipofizei, *cu excepția*
  - A. STH-ului
  - B. TSH-ului
  - C. prolactinei
  - D. insulinei

5. Secreția excesivă de STH la adulți poate avea ca rezultat o afecțiune numită
  - A. diabet zaharat
  - B. acromegalie
  - C. boala Addison
  - D. boala Cushing
6. Neurohipofiza este un alt nume al
  - A. lobului posterior al hipofizei
  - B. medulei rinichiului
  - C. foliculilor ce secretă estrogeni
  - D. placentei
7. În organismul femeilor, hormonul luteinizant
  - A. stimulează producerea de TSH
  - B. reglează metabolismul mineral
  - C. stimulează contracțiile uterine
  - D. stimulează secreția de progesteron
8. Organul țintă pentru ACTH este
  - A. timusul
  - B. medulara suprarenalei
  - C. corticala suprarenalei
  - D. celula beta din pancreas
9. Hormonul care stimulează contracțiile uterine este
  - A. insulina
  - B. ADH
  - C. glucagonul
  - D. oxitocina
10. Glanda tiroidă este localizată în
  - A. interiorul creierului
  - B. cavitatea abdominală inferioară
  - C. apropierea laringelui
  - D. spatele splinei
11. Pentru ca tiroida să poată produce tiroxină
  - A. trebuie să aibă la dispoziție iod
  - B. trebuie să aibă la dispoziție molecule de glucide
  - C. nivelul de calciu trebuie să fie scăzut
  - D. nivelul de fier trebuie să fie scăzut
12. Simptomele cretinismului includ
  - A. urinare excesivă și sete
  - B. dezechilibru de electroliți
  - C. creștere întârziată și trăsături faciale îngroșate
  - D. scăderea absorbției de calciu în tractul digestiv

13. Boala Graves poate apărea ca rezultat al excesului de
  - A. calciu în sânge
  - B. tiroxină în sânge
  - C. catecolamine în căile respiratorii
  - D. glucagon în pancreas
14. Atât calcitonina, cât și glucagonul, controlează nivelul de
  - A. hormoni hipofizari în sânge
  - B. glucoză în sânge
  - C. timozine în sânge
  - D. calciu în sânge
15. Simptomele diabetului zaharat pot include următoarele, *cu excepția*
  - A. urinări frecvente
  - B. sete excesivă
  - C. conținut ridicat de glucoză al urinei
  - D. absorbție anormală de minerale
16. Hormonul antagonist al insulinei este
  - A. FSH-ul
  - B. glucagonul
  - C. vasopresina
  - D. estrogenul
17. Glandele paratiroide sunt localizate în apropierea
  - A. pancreasului
  - B. cavității abdominale inferioare
  - C. creierului
  - D. laringelui
18. La pacienții cu diabet zaharat
  - A. nu pătrunde suficientă glucoză în celule
  - B. medulara suprarenalei este lezată
  - C. placenta nu produce progesteron
  - D. hipotalamusul este nefuncțional
19. Glanda cu funcție exocrină și endocrină aflată în cavitatea abdominală este
  - A. epifiza
  - B. timusul
  - C. pancreasul
  - D. tiroida
20. Cele două părți ale suprarenalei sunt
  - A. medulară și corticală
  - B. exocrină și endocrină
  - C. renală și subrenală
  - D. anterioară și posterioară

21. Hormonii medulei suprarenaliene acționează complementar cu
  - A. sistemul nervos senzorial
  - B. sistemul nervos central
  - C. sistemul nervos simpatic
  - D. sistemul nervos extern
22. Concentrația ionilor de sodiu și potasiu din sânge și din fluidele corpului este reglată de hormoni numiți
  - A. glucocorticoizi
  - B. androgeni
  - C. hormoni adrenergici
  - D. mineralocorticoizi
23. Hormonii care influențează caracterele sexuale secundare pot fi produși de
  - A. pancreas și epifiză
  - B. tiroidă și paratiroidă
  - C. timus și hipofiză
  - D. corticala suprarenalei și organele reproducătoare
24. Melatonina este secretată de
  - A. pancreas
  - B. timus
  - C. epifiză
  - D. hipofiză
25. Funcționarea corectă a sistemului imunitar depinde parțial de activitatea
  - A. tiroidei
  - B. timusului
  - C. paratiroidei
  - D. suprarenalei

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Gastrina și secretina sunt secretate în epiteliul ce căptușește stomacul și rinichiul.
2. Glanda endocrină de mici dimensiuni localizată în centrul creierului se numește epifiză.
3. Dezvoltarea limfocitelor T este reglată de hormoni denumiți mineralocorticoizi.
4. Caracterele sexuale secundare masculine sunt influențate de hormonii androgeni.
5. Celulele beta ale pancreasului secretă glucagon.
6. Parathormonul are o activitate antagonistă cu a calcitoninei.
7. Suprarenala este localizată într-un pliu al mezenterului.



8. Tiroxina și triiodotironina cresc rata metabolismului organismului.
9. Conracțiile uterine pot fi stimulate de hormonul numit vasopresină.
10. ACTH-ul este produs de glanda suprarenală și reglează activitatea corticalei suprarenalei.
11. Hormonii ce reglează activitatea altor glande endocrine se numesc hormoni steroizi.
12. Hipofiza anterioară primește și stochează hormoni proveniți din hipotalamus.
13. Mărirea tiroidei ca urmare a lipsei de iod este denumită gușă.
14. Secreția insuficientă de tiroxină la adulți are ca rezultat o afecțiune numită mixem.
15. Insulina este un hormon cu structură glucidică.
16. Aldosteronul este un exemplu de glucocorticoid.
17. Adrenalina și insulina sunt două catecolamine importante.
18. O secreție insuficientă de hormoni în corticala suprarenalei poate avea ca rezultat boala Cushing.
19. Multe celule din organism produc hormoni lipidici non-steroidi numiți prostaglandine.
20. Maturarea hematiilor este controlată de melatonină.
21. Hipofiza este situată într-o depresiune a osului etmoid.
22. Un alt nume al hormonului de creștere este hormonul somatotrop.
23. Prolactina stimulează secreția de urină.
24. Timusul este situat în țesuturile piciorului.
25. Glucagonul și insulina sunt hormoni produși de către pancreas.

### **SECȚIUNEA E - Studiu de caz**

Henry are 8 ani și înălțimea de peste 1,80 m. De câțva timp, el se plânge și de tulburări de vedere și de dureri de cap. Radiografiile efectuate demonstrează prezența unei tumori hipofizare de mari dimensiuni. Care dintre celulele hipofizare este cel mai probabil să se afle la originea tumorii? Cum se numește această boală? Cum se explică tulburările de vedere și durerile de cap?

---

## RĂSPUNSURI

---

### SECȚIUNEA A

Figura 13.10

- |      |       |
|------|-------|
| 1. b | 7. f  |
| 2. a | 8. g  |
| 3. c | 9. k  |
| 4. j | 10. e |
| 5. d | 11. i |
| 6. l | 12. h |

### SECȚIUNEA B – Completare

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. hormoni                | 26. celule beta           |
| 2. colesterol             | 27. rinichiului           |
| 3. sânge                  | 28. corticală             |
| 4. hormoni steroizi       | 29. mineralocorticoizi    |
| 5. adenilat ciclază       | 30. glucocorticoizi       |
| 6. sella turcica          | 31. ACTH                  |
| 7. hipotalamus            | 32. boala Addison         |
| 8. adenohipofiza          | 33. parathormonul         |
| 9. gigantism              | 34. proteine (aminoacizi) |
| 10. gâtului               | 35. glicogen              |
| 11. iod                   | 36. medulară              |
| 12. cretinism             | 37. mineralocorticoizi    |
| 13. boala Graves          | 38. adrenalina            |
| 14. tiroidei              | 39. sindromul Cushing     |
| 15. prolactină            | 40. progesteron           |
| 16. hormonul antidiuretic | 41. epifiză               |
| 17. oxitocină             | 42. limfocite T           |
| 18. gușă                  | 43. prostaglandine        |
| 19. tiroidei              | 44. hematii               |
| 20. calciu                | 45. feminine              |
| 21. calcitonină           | 46. melatonină            |
| 22. pancreas              | 47. estrogenul            |
| 23. insulină              | 48. mezencefal            |
| 24. glucozei              | 49. timozine              |
| 25. glucagon              | 50. digestie              |

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. A  | 11. A | 16. B | 21. C |
| 2. C | 7. D  | 12. C | 17. D | 22. D |
| 3. B | 8. C  | 13. B | 18. A | 23. D |
| 4. D | 9. D  | 14. D | 19. C | 24. C |
| 5. B | 10. C | 15. D | 20. A | 25. B |

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. intestinul subțire | 14. A                     |
| 2. A                  | 15. proteică (aminoacizi) |
| 3. timozine           | 16. mineralocorticoid     |
| 4. A                  | 17. noradrenalina         |
| 5. alfa               | 18. Addison               |
| 6. A                  | 19. A                     |
| 7. pancreasul         | 20. eritropoetină         |
| 8. A                  | 21. sfenoid               |
| 9. oxitocină          | 22. A                     |
| 10. adenohipofiză     | 23. lapte                 |
| 11. tropi             | 24. toracelui             |
| 12. posterioară       | 25. A                     |
| 13. A                 |                           |

**SECȚIUNEA E – Studiu de caz**

Henry suferă de gigantism, celulele sale somatotrope producând prea mult hormon de creștere. Tumora comprimă nervul optic la nivelul chiasmei optice, provocând astfel tulburări de vedere și dureri de cap.





# Sângele

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie sângele și funcțiile sale. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

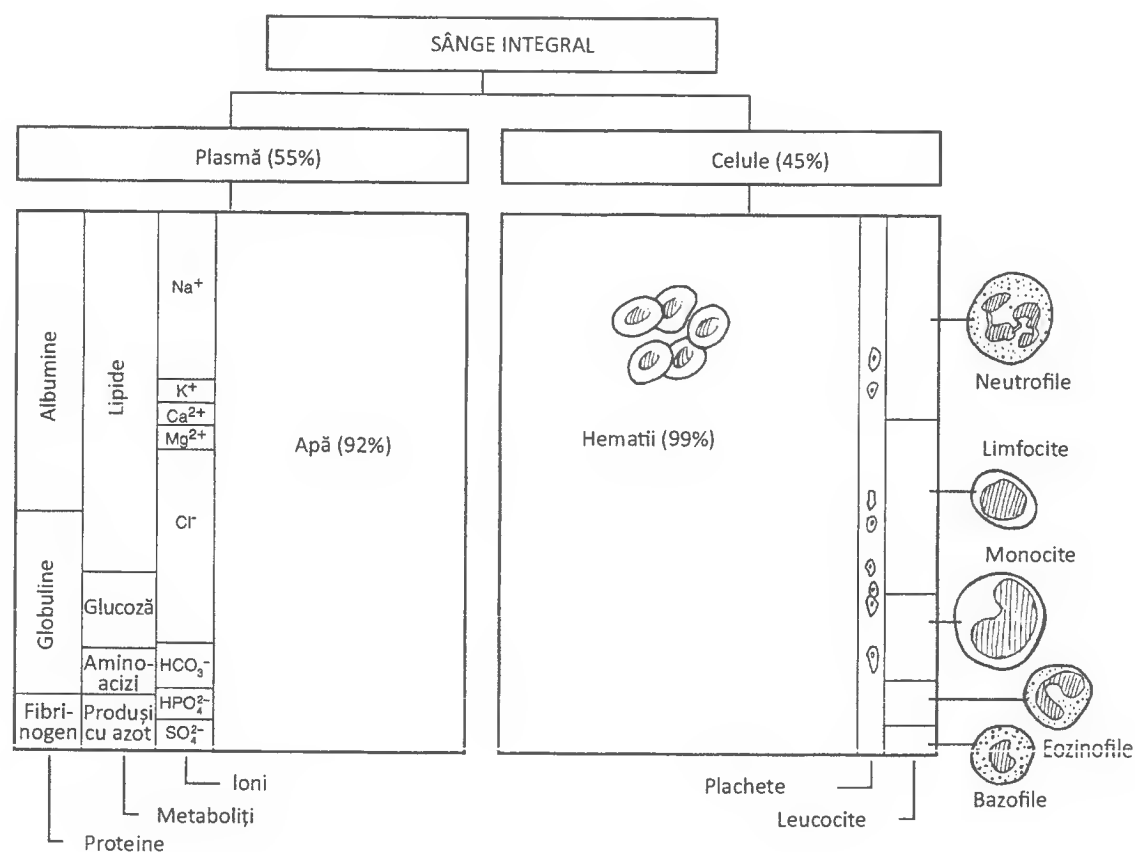
- identificați funcțiile sângelui;
- prezentați succint compoziția sângelui;
- deosebiți sângele, plasma și serul;
- asociați proteinele plasmatice cu funcțiile lor;
- caracterizați globulele roșii și componentele lor;
- detaliați eritropoeza și controlul acesteia;
- detaliați timpul de viață al globulelor roșii, degradarea/reciclarea hemoglobinei și eliminarea produșilor săi de metabolism;
- deosebiți diferitele tulburări ale globulelor roșii;
- identificați caracteristicile grupelor de sânge, în relație cu posibilitățile de transfuzie și cu problemele legate de sarcină;
- deosebiți globulele albe și funcțiile lor;
- identificați circumstanțele asociate cu un număr anormal de leucocite;
- caracterizați plachetele sanguine și funcțiile lor;
- rezumați procesul de coagulare, asociind factorii implicați cu funcțiile lor;
- distingeți diferitele tulburări ale hemostazei;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Funcțiile sângelui
- Plasma
- Globulele roșii
- Globulele albe
- Plachetele sanguine și coagulara sângelui
- Tulburări capilare

Sângele este unul dintre țesuturile conjunctive ale organismului. Sângele transportă oxigenul de la plămâni la celule și dioxidul de carbon rezultat din metabolismul celular la plămâni. Celulele sanguine protejează organismul de boli, prin recunoașterea și distrugerea microorganismelor și a moleculelor străine din fluxul sanguin. Unele componente ale sângelui transportă produșii de metabolism de la celule la rinichi; altele transportă nutrienți de la nivelul tractului digestiv la celule, sau hormoni în întreg organismul.

Sângele conține **elemente figurate** precum globule roșii, globule albe și fragmente celulare (plachete), suspendate într-un fluid apos, de culoare gălbuie, numit **plasmă** (Figura 14.1). La o persoană de greutate medie, sângele reprezintă aproximativ 8% din greutatea corporală. Sângele este mai vâscos decât apa și în mod normal are un pH cuprins între 7,35 și 7,45.



**FIGURA 14.1** Compoziția sângelui uman. Cele două componente majore ale sângelui integral sunt plasma și elementele figurate. Plasma conține apă și numeroase substanțe dizolvate, inclusiv proteine, metaboliți (nutrienți și produși de metabolism) și ioni. Cea mai mare parte a elementelor figurate este constituită din globule roșii.

## PLASMA

Plasma reprezintă partea fluidă a sângelui. Ea conține aproximativ 92% apă, 7% proteine și 1% ioni ca sodiu, calciu, bicarbonat, clor și potasiu. Plasma conține, de asemenea, produși de degradare rezultați din metabolismul celular, precum și hormoni, nutrienți, gaze dizolvate și proteine cu rol în coagulare. După coagularea sângelui și îndepărtarea proteinelor de coagulare din plasmă, rămâne un fluid care se numește **ser**. Serul este de obicei folosit pentru studii imunologice și ca sursă de anticorpi pentru terapia imună.

## PROTEINELE PLASMATICE

Proteinele plasmatice sunt de trei tipuri: albumine, globuline și fibrinogen (Tabelul 14.1 prezintă, pe scurt, aceste proteine și alte componente ale sângelui). **Albuminele** mențin presiunea osmotică a sângelui și contribuie la vâscozitatea acestuia. Ele sunt parțial responsabile pentru menținerea unui anumit pH sanguin. Albuminele transportă, de asemenea, acizi grași și hormoni.

**Globulinele** reprezintă aproximativ 40% din totalul proteinelor plasmatice. Un grup de globuline numit **gama globuline** sunt molecule de anticorpi produse de către sistemul imun ca parte a răspunsului imun. Aceste molecule se combină în mod specific cu substanțele care au stimulat formarea lor (antigene); ele reprezintă un mecanism primar al apărării organismului. Alte globuline, cunoscute ca alfa și beta globuline, leagă hormoni, vitamine și alte substanțe din fluxul sanguin pentru a le transporta.

Aproximativ 7% din proteinele plasmatice sunt reprezentate de un produs al ficatului numit **fibrinogen**. Împreună cu alte proteine, fibrinogenul este implicat în procesul de coagulare, proces ce va fi discutat ulterior în acest capitol.

Proteinele plasmatice rămân în general în fluxul sanguin, deoarece ele nu pot traversa cu ușurință pereții capilarelor sanguine. În circulație, ele favorizează osmoza moleculelor de apă din fluidele tisulare în fluxul sanguin (Capitolul 21).

### DE REȚINUT

Plasma se deosebește de ser prin faptul că ea conține proteine plasmatice.

TABELUL 14.1 COMPONENTELE MAJORE ALE SÂNGELUI

Componente	Exemple
Apă	
Ioni	Sodiu, potasiu, calciu, magneziu, clor, bicarbonat
Proteine plasmatice	Albumine, globuline, fibrinogen
Celule sanguine (Elemente figurate)	Globule albe, globule roșii, plachete
Substanțe transportate în sânge	Zaharuri, aminoacizi, acizi grași, glicerol, hormoni, compuși azotați de degradare, dioxid de carbon, oxigen

## GLOBULELE ROȘII

Globulele roșii mai sunt cunoscute și sub numele de hematii sau **eritrocite**. Rolul lor principal în organism este să transporte oxigenul, funcție realizată de un pigment, numit **hemoglobină**, conținut în citoplasma lor. Globulele roșii nu sunt celule adevărate, deoarece au o organizare internă redusă, nu au nucleu sau organite. Ele sunt pur și simplu niște saci plini cu hemoglobină, și din acest motiv sunt uneori numite **corpusculi roșii**. Totuși, ne vom referi la ele ca fiind celule, deoarece în mod tradițional au fost denumite astfel.

### MORFOLOGIE, NUMĂR ȘI PRODUCERE

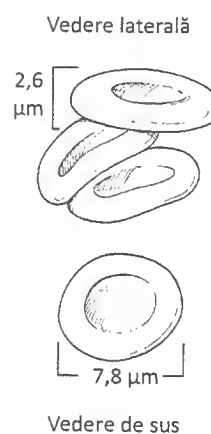
Un bărbat adult are aproximativ 5,4 milioane de globule roșii pe microlitru (milimetru cub) de sânge. O femeie are aproximativ 4,8 milioane pe milimetru cub de sânge. Fiecare hematie este un disc biconcav (mai subțire în centru decât la margini), flexibil, ale cărui dimensiuni sunt prezentate în Figura 14.2.

O modalitate simplă de a determina proporția lor în sângele integral este centrifugarea într-un tub îngust. Globulele roșii, fiind mai grele datorită conținutului în fier, se sedimentează în partea de jos a tubului. Procentul de hematii din volumul tubului este hematocritul. Bărbații au de obicei un hematocrit mai mare, de aproximativ 47%. Femeile au de obicei un hematocrit mai mic, de aproximativ 42%.

În soluții mai concentrate, globulele roșii scad în dimensiuni. Acest lucru se întâmplă deoarece, prin osmoză, apa iese din celule în direcția concentrației mai mari de substanțe dizolvate. Acest fapt va duce la micșorarea sau **zbârcirea** globulelor roșii. Când sunt plasate într-o soluție cu concentrație mai mică decât cea normală, celulele se vor umfla. Creșterea în volum apare deoarece prin osmoză apa trece rapid în celule, în direcția concentrației mai mare de solvit. Globulele roșii se sparg și eliberează hemoglobina printr-un proces numit **hemoliză**.

Globulele roșii sunt produse în măduva roșie osoasă. Procesul de formare a globulelor roșii se numește **eritropoieză**. Acest proces începe de la niște celule numite **hemocitoblaști (celule stem)**. Procesul de formare a globulelor roșii este complex, iar celulele trec prin stadii multiple, înainte să devină globule roșii mature. În acest proces, hemoglobina se acumulează în citoplasmă, iar nucleul, organitele și alte componente celulare dispar. Globulele roșii mature intră în capilarele măduvei osoase, strecurându-se prin peretele acestora.

Producția de globule roșii este reglată în parte de hormonul numit **eritropoetină**. Eritropoetina este secretată de celule renale, atunci când acestea nu primesc destul oxigen. Aceasta reprezintă o parte importantă a adaptării organismului la altitudini mari, unde conținutul de oxigen al aerului este mai mic.



**FIGURA 14.2**  
Globulele roșii  
(eritrocite) și  
structura lor.



## HEMOGLOBINA

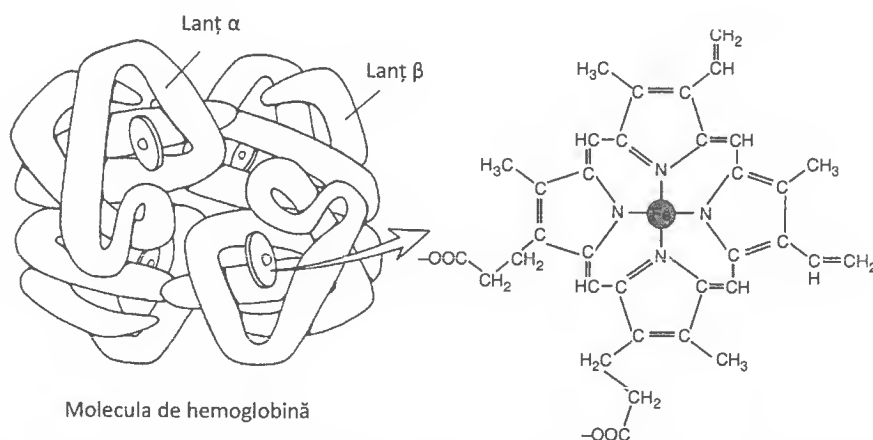
**Hemoglobina** este un pigment de culoare roșie, alcătuit din patru lanțuri polipeptidice, care leagă oxigenul. Două din lanțurile polipeptidice se numesc **lanțuri alfa**, iar celelalte două, **lanțuri beta**. Fiecare lanț este alcătuit din aproximativ 150 de molecule de aminoacizi.

Fiecare lanț polipeptidic al moleculei de hemoglobină este atașat unei grupări hem. Această grupare conține un atom de fier (Figura 14.3). Moleculele de oxigen se leagă slab de ionul de fier din porțiunea hem a moleculei de hemoglobină, pentru a forma **oxihemoglobina**. Deoarece o moleculă de hemoglobină are patru grupări hem, aceasta poate transporta patru molecule de oxigen. Fluxul oxigenului spre globulele roșii la nivel pulmonar se face prin difuziune. Hemoglobina transportă de asemenea o cantitate mică de dioxid de carbon (cea mai mare parte este transportată dizolvată în plasmă sub forma ionilor de bicarbonat, după cum se va vedea în Capitolul 21). Hemoglobina combinată cu dioxid de carbon se numește **carbaminohemoglobină**.

**Monoxidul de carbon** este un gaz toxic. Moleculele gazului se combină rapid cu ionii de fier ai hemoglobinei și se leagă puternic de moleculă. Prin ocuparea spațiului rezervat oxigenului, printr-o legătură mai puternică decât cea cu oxigenul, moleculele de monoxid de carbon reduc cantitatea de oxigen transportată de hemoglobină și pot cauza moarte prin lipsă de oxigen.

### DE REȚINUT

Hemul se degradează în biliverdină, apoi în bilirubină și în final în urobilinogen.



**FIGURA 14.3** Molecula de hemoglobină din globulele roșii. Două lanțuri polipeptidice alfa și două lanțuri polipeptidice beta formează cea mai mare parte a moleculei. O grupare hem este atașată de fiecare dintre cele patru molecule polipeptidice. Observați atomul de fier (Fe) în centrul grupării hem. Molecula de oxigen se leagă la acest nivel.

## DISTRUGEREA GLOBULELOR ROȘII

Globulele roșii circulă în sânge aproximativ 120 de zile. Celulele îmbătrânite și cele deteriorate sunt înghițite și distruse de celulele fagocitare (macrofage) în splină, ficat și măduva osoasă. Lanțurile polipeptidice sunt desfăcute pentru a elibera aminoacizii, care

pot fi refolosiți pentru noi sinteze proteice; fierul eliberat din hemoglobină este adus în măduva osoasă pentru noi sinteze de hemoglobină; orice exces de fier este stocat în ficat (Capitolul 18).

Restul hemului din hemoglobină este transformat într-un pigment verzui numit **biliverdină**. Mai departe, biliverdina este convertită într-un pigment galben-portocaliu numit **bilirubină**. Bilirubina este transportată de la splină la ficat și este excretată în bilă. (Capitolul 18). Când bila ajunge în intestin, bacteriile florei intestinale convertesc o parte din bilirubină în **urobilinogen**, care determină culoarea materiilor fecale. O parte din urobilinogen este reabsorbită și transportată înapoi la ficat și apoi intră în circulația generală. În cele din urmă, acesta ajunge la rinichi, unde determină culoarea urinei. Aceste modificări de culoare pot fi observate la nivelul pielii, urmărind o echimoză care trece prin toate etapele de vindecare.

## ANEMIA

Deficitul globulelor roșii din sânge este denumit anemie. Un tip de anemie este **anemia feriprivă**, datorată deficienței fierului din alimentație. Fără fier, organismul nu reușește să sintetizeze hemoglobină, iar capacitatea de transport a oxigenului la celule este redusă. Pacienții se simt epuizați, deoarece producerea de ATP încetinește în condiții de lipsă de oxigen.

O altă formă de anemie este **anemia pernicioasă**. Aceasta este datorată lipsei **vitaminei B<sub>12</sub>** sau deficienței unei glicoproteine numită **factor intrinsec**, esențială pentru absorbția vitaminei B<sub>12</sub> din alimente. Vitamina B<sub>12</sub> și factorul intrinsec sunt ambele necesare pentru maturarea globulelor roșii. Fără aceste substanțe, membranele eritrocitelor imature se rup cu ușurință și nu vor rezista condițiilor chimice din mediul circulator. Rezultatul este un număr mai mic decât normal de hematii și, consecutiv, reducerea capacității de transport a oxigenului. În anemia pernicioasă globulele roșii sunt mari și palide.

Două alte forme de anemie sunt anemia aplastică și siclemia (anemia cu celule în seceră).

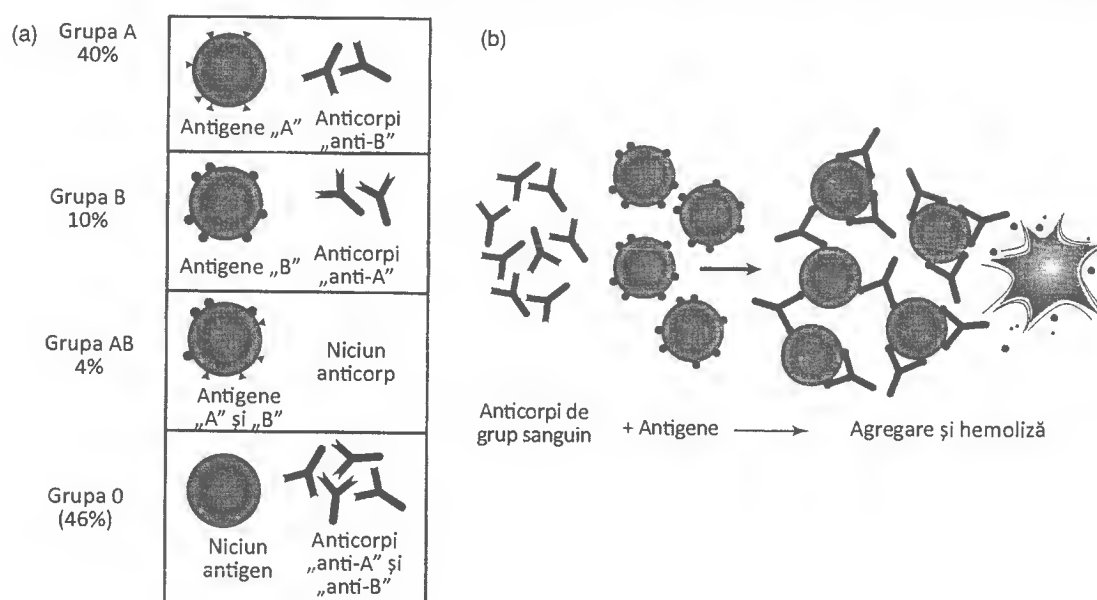
**Anemia aplastică** apare atunci când nu se pot produce globule roșii. Medicamentele, substanțele toxice și radiațiile gamma pot cauza astfel de anemii. **Siclemia** apare când hemoglobina conține un **aminoacid nepotrivit în lanțul polipeptidic beta**, datorită unui defect al genei care codifică polipeptidul. În condiții de deficit de oxigen, molecula anormală a hemoglobinei face legături încrucișate cu alte molecule de hemoglobină, dând naștere la cristale lungi. Cristalele deformează celula, determinând-o să ia o formă de seceră (forma literei „C”). Celulele deformate se rup ușor sau sunt blocate la nivelul capilarelor, cauzând obstrucții.

Un alt tip de anemie este **talasemia**. Aceasta este o afecțiune moștenită, în care organismul nu poate sintetiza corespunzător unul sau mai multe lanțuri polipeptidice din structura hemoglobinei. Aceste globule roșii sunt fragile și sunt rapid îndepărtate. Fără hemoglobină adecvată, oxigenul nu este transportat corespunzător în organism, iar metabolismul energetic suferă.

## GRUPELE SANGUINE

Suprafața membranei globulelor roșii conține una, ambele sau nici una dintre moleculele proteice cunoscute sub numele de **antigene** (Figura 14.4). Cele două antigene sunt denumite A și B. În funcție de antigenele prezente pe suprafața eritrocitelor, o persoană poate avea grupa de sânge A (este prezent doar antigenul A), grupa de sânge B (este prezent doar antigenul B), grupa de sânge AB (sunt prezente ambele antigene, A și B) sau grupa de sânge 0 (niciun antigen). Antigenele nu au aparent nicio semnificație pentru fiziologia organismului.

În plus față de antigenele eritrocitare, o persoană are de asemenea în ser **anticorpi de grup sanguin**. O persoană cu grupa A are în ser anticorpi anti-B; o persoană cu grupa B are anticorpi anti-A; o persoană cu grupa AB nu are anticorpi, nici anti-A, nici anti-B; o persoană cu grupa 0 are atât anticorpi anti-A, cât și anticorpi anti-B. Ca și în cazul antigenelor de grup sanguin, acești anticorpi nu au aparent nicio semnificație fiziologică.



**FIGURA 14.4** Grupele de sânge și testarea sângelui. (a) Cele patru grupe de sânge sunt indicate cu tipurile de antigene și de anticorpi întâlnite în fiecare grup. Tipul grupei este același cu cel al antigenelor găsite la suprafața eritrocitelor. (b) Când se amestecă sângele în timpul transfuziilor de sânge, este foarte important ca antigenele și anticorpii de același tip să nu intre în contact în circulația primitorului. Dacă acest lucru se întâmplă, va avea loc o reacție, așa cum este prezentat în figură. Agregarea și distrugerea globulelor roșii (hemoliza) pot fi fatale.

În cazurile de urgență, unde este necesară **transfuzia de sânge**, transfuzia se poate realiza atâta timp cât se iau în considerare antigenele prezente în sângele donatorului și anticorpii prezenți în serul primitorului. Pentru a evita un incident transfuzional sever, antigenele și anticorpii de același tip nu trebuie să se întâlnească. De exemplu, dacă donatorul are grupa A și primitorul grupa AB, transfuzia poate fi făcută deoarece donatorul prezintă în ser antigene A, iar primitorul nu are anticorpi anti-A în ser. Dacă donatorul

ar avea grupa AB și primitorul grupa B, transfuzia nu trebuie făcută, deoarece donatorul AB are și antigene A pe suprafața eritrocitelor, iar primitorul are în ser anticorpi anti-A. Dacă cele două tipuri de sânge ajung în contact, globulele roșii se vor agrega și vor hemoliza, putând cauza o reacție transfuzională letală. Despre o persoană cu grupa de sânge 0 se spune că este donator universal, deoarece nu are nici antigene A și nici B pe suprafața eritrocitelor, iar donările pot fi făcute la persoane cu alte grupe sanguine. Despre o persoană care are grupa de sânge AB se spune că este primitor universal, deoarece nu are nici anticorpi anti-A, nici anticorpi anti-B în ser, iar această persoană poate primi sânge de la celelalte trei grupe. Din punct de vedere tehnic, ideea de donator universal și de primitor universal este corectă. Totuși, pentru a reduce rata incidentelor transfuzionale, medicii vor realiza transfuzii doar cu tipul specific de sânge, singura excepție fiind totuși în cazurile de urgență.

Un alt antigen cu semnificație este **antigenul Rh**. Aproximativ 85-90% din populația americană, de exemplu, are acest antigen pe suprafața eritrocitelor și se spune că sunt **Rh-pozitivi**. Aproximativ 10-15% dintre americani nu au acest antigen, iar grupa de sânge în acest caz este **Rh-negativă**. Astfel, o persoană poate avea grupa de sânge A+, dacă are antigenul A și antigenul Rh; o persoană poate fi B-, dacă are antigenul B, dar nu are antigenul Rh. Antigenul Rh, ca și celelalte, nu pare să aibă semnificație pentru fiziologia normală a organismului.

Factorul Rh este important în afecțiunea cunoscută sub numele de **eritroblastoză fetală** sau **boala hemolitică a nou-născutului**. Afecțiunea apare când un bărbat Rh-pozitiv (ex. A+) devine tatăl unui copil cu mama Rh-negativă (ex. AB-). În acest caz, există posibilitatea ca fătul să aibă o grupă de sânge Rh-pozitiv (ex. A+ sau AB+).

În timpul nașterii, unele din celulele sanguine ale copilului pot să intre în circulația mamei și să stimuleze sistemul imun al mamei să producă anticorpi anti-Rh. Acești anticorpi nu produc de obicei niciun efect asupra copilului, dar rămân în sângele mamei. Dacă femeia va avea un al doilea copil, iar sângele copilului este Rh-pozitiv (ex. A+), anticorpul Rh vor intra în circulația celui de-al doilea copil, traversând placenta. Anticorpul Rh vor reacționa cu antigenele Rh de pe suprafața eritrocitelor, iar reacția va duce la hemoliză excesivă, putând provoca deces.

Pentru a evita apariția unei boli hemolitice a nou-născutului, femeia Rh-negativă primește o injecție cu anticorpi anti-Rh (RhoGAM) în timpul sarcinii sau la nașterea primului copil. Anticorpul anti-Rh se combină cu antigenele Rh în circulație și le neutralizează. Acest lucru previne stimularea sistemului imun al mamei de către anticorpul Rh, și, în consecință, el nu va produce anticorpi anti-Rh. Astfel, în timpul sarcinii cu al doilea copil, anticorpul nu vor fi prezenți, iar hemoliza nu se produce. Femeia trebuie să primească o altă injecție cu RhoGAM după nașterea celui de al doilea copil, pentru a preveni producerea de anticorpi anti-Rh, care ar putea afecta al treilea copil.

#### DE REȚINUT

Persoanele cu grupa de sânge A prezintă anticorpi împotriva celulelor cu antigen de tip B. Persoanele cu grupa de sânge B produc anticorpi împotriva grupei de sânge A. Cei cu grupa de sânge 0 produc ambele tipuri de anticorpi, iar cei cu grupa de sânge AB nu produc niciun tip de anticorpi.

## GLOBULELE ALBE

Globulele albe sanguine sunt denumite și **leucocite** (Tabelul 14.2). Funcția lor primară este să apere țesuturile împotriva infecțiilor și a substanțelor străine organismului. Un adult are aproximativ 7000 de leucocite pe milimetru cub de sânge.

Leucocitele de diferite tipuri se dezvoltă printr-un proces complex în măduva osoasă roșie. Toate leucocitele pătrund în circulație prin diapedeză, iar unele își termină procesul de maturare în altă parte. Leucocitele trăiesc câteva ore sau câteva luni, în funcție de tipul lor; multe leucocite părăsesc circulația tot prin diapedeză, pentru a se amesteca printre celulele tisulare.

**TABELUL 14.2 ASPECTUL MICROSCOPIC AL LEUCOCITELOR DUPĂ COLORAȚIA WRIGHT**

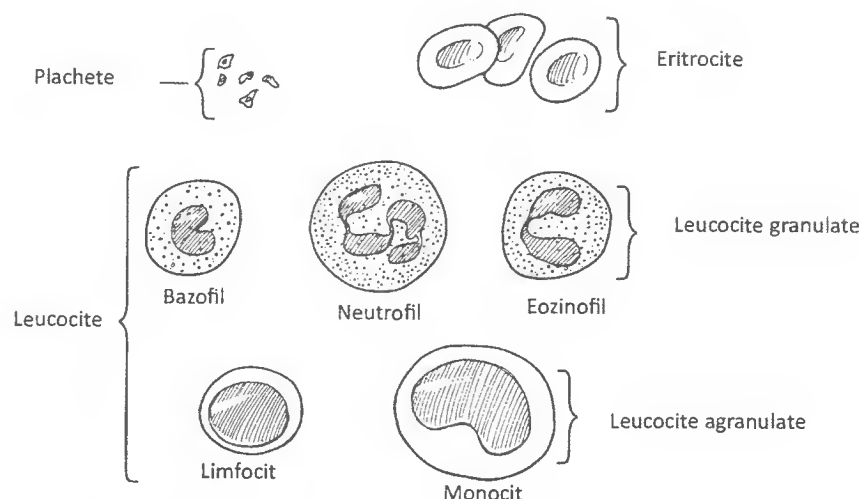
Leucocite	Aspect
<b>Granulocite</b>	
Neutrofile	Granulații citoplasmatiche fine, albastru-deschis; nucleu cu 3-5 lobi
Eozinofile	Granulații citoplasmatiche roșii, luminoase; nucleu cu 2 lobi (bilobat)
Bazofile	Granulații citoplasmatiche mari, albastru-purpuriu închis; nucleu neregulat, frecvent în formă de S
<b>Agranulocite</b>	
Limfocite	Un strat subțire de citoplasmă albastră, fără granulații; nucleu mare, violet strălucitor
Monocite	Un strat gros de citoplasmă fără granulații; nucleu violet, în formă de rinichi (reniformi) sau potcoavă

## TIPURILE DE GLOBULE ALBE

Există două tipuri de globule albe: granulocitele și agranulocitele. **Granulocitele** au granulații în citoplasmă și includ neutrofilele, eozinofilele și bazofilele. **Agranulocitele** nu au granulații în citoplasmă și includ monocitele și limfocitele.

**Neutrofilele** reprezintă aproximativ 60% din totalul numărului de leucocite. Granulele lor se colorează cu coloranți neutri și au o culoare purpurie. Nucleul neutrofilului are de obicei între doi și cinci lobi, iar celula adesea este numită **leucocit polimorfonuclear**. Funcția principală a neutrofilului este fagocitoza; neutrofilele se adună rapid la locul unei infecții.

Atât **bazofilele** cât și **eozinofilele** au granulații în citoplasmă: granulațiile bazofilelor se colorează cu coloranți bazici și apar albastre, în timp ce, granulațiile eozinofilelor se colorează cu coloranți acidofili și apar roșii (Figura 14.5). Fiecare tip de celulă reprezintă aproximativ 1% din totalul numărului de leucocite. Se consideră că ambele celule își îndeplinesc funcțiile în reacții alergice și în cursul inflamației.



**FIGURA 14.5** Comparație între globulele albe, globulele roșii și plachetele sanguine. Observați granulațiile distincte și nucleii prezenți în diferite tipuri de leucocite.

**Limfocitele** nu au granulații în citoplasmă. Ele reprezintă aproximativ 30% din totalul leucocitelor și sunt de două tipuri: limfocite B și limfocite T. **Limfocitele B** sunt stimulate de antigenele microorganismelor în timpul răspunsului imun. Ele proliferază și devin plasmocite. Plasmocitele produc anticorpi, care intră în circulație și interacționează cu microorganismele care au stimulat producerea lor. Interacțiunea duce în general la distrugerea microorganismului. Limfocitele B se află în sânge și în nodulii limfatici.

**Limfocitele T** se găsesc și ele în nodulii limfatici și în sânge. Înainte să ajungă în nodulii limfatici, celulele tinere se maturează în timus. Când sunt stimulate de antigene, limfocitele T pleacă din nodulii limfatici spre locul infecției, unde interacționează cu microorganismele și le distrug. Limfocitele B și T sunt celulele cheie ale sistemului imun (Capitolul 16) și, prin acest sistem, asigură apărarea organismului.

**DE REȚINUT**  
Limfocitele sunt celule cheie în reacțiile complexe ale sistemului imun.

**Monocitele** reprezintă între 6 și 8% din totalul leucocitelor (Tabelul 14.3). Ele au un nucleu foarte mare, ce prezintă o depresiune pe una din margini. Monocitele se strecoară prin pereții capilarelor prin diapedeză și intră în mediul tisular, unde realizează fagocitoza microorganismelor. În țesuturi, monocitele se transformă în celule fagocitare mari, numite **macrofage**. Macrofagele inițiază răspunsul imun prin fagocitarea microorganismelor și prin prezentarea antigenelor conținute în aceste microorganisme, limfocitelor, în nodulii limfatici.

Examinarea populației leucocitare poate oferi o bună înțelegere a bolilor. De exemplu, un număr ridicat de globule albe poate indica o infecție bacteriană. În plus, poate fi importantă creșterea unei anumite categorii de leucocite. Aceste date sunt obținute prin **numărarea diferențiată a leucocitelor**. O reducere generală a numărului de leucocite se numește **leucopenie**, iar o valoare a leucocitelor deasupra mediei generale din populație se numește **leucocitoză**. Cancerul leucocitelor se numește **leucemie**. În leucemie

întâlnim un număr foarte mare de leucocite, dar ele de obicei nu sunt funcționale și nu-și pot îndeplini funcția de apărare.

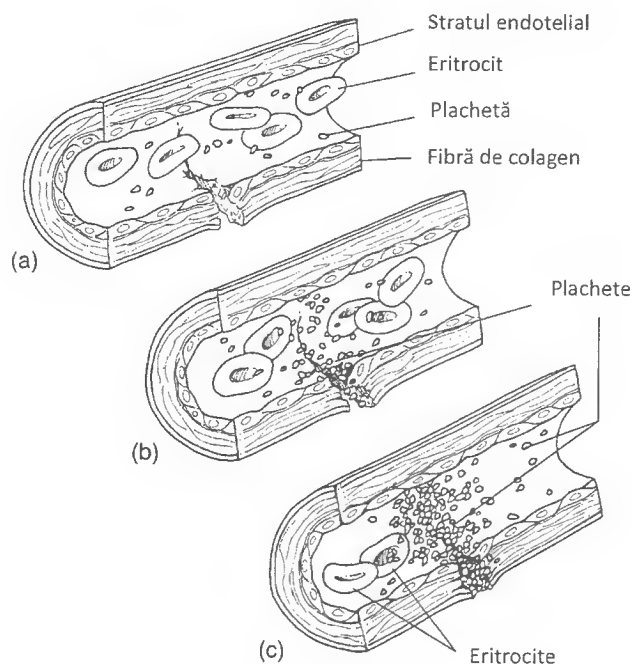
**TABELUL 14.3 CARACTERISTICILE ELEMENTELOR FIGURATE ALE SÂNGELUI**

Celule	Număr	Funcție	Rol în patologie
<b>Globule roșii</b> (Eritrocite)	Bărbați: 5,4 milioane/mm <sup>3</sup> Femei: 4,8 milioane/mm <sup>3</sup>	Transportul oxigenului; transportul dioxidului de carbon	Prea puține: anemie Prea multe: policitemie
<b>Plachete</b> (Trombocite)	Aproximativ 300.000/mm <sup>3</sup>	Esențiale pentru coagulare	Prea puține: tulburări de coagulare, sângerări, hematoame care se produc ușor
<b>Globule albe</b> (Leucocite)	Aproximativ 7000/mm <sup>3</sup>		
<b>Neutrofile</b>	Aproximativ 60% din totalul leucocitelor	Fagocitoză	Prea multe: infecții bacteriene, inflamații sau leucemie
<b>Eozinofile</b>	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	Prea multe pot să apară în reacții alergice, infestații parazitare
<b>Bazofile</b>	Aproximativ 1% din totalul leucocitelor	Posibil rol în răspunsul alergic	
<b>Limfocite</b>	Aproximativ 30% din totalul leucocitelor	Produc anticorpi; distrug celulele străine	Limfocite atipice apar în mononucleoza infecțioasă; prea multe pot să apară în leucemii
<b>Monocite</b>	6-8% din totalul leucocitelor	Fagocitoză; se diferențiază în țesuturi pentru a forma macrofage	Pot crește în leucemia cu monocite, tuberculoză, infecții fungice

## PLACHETELE SANGUINE

Plachetele sanguine (numite și trombocite) sunt elemente ale sângelui produse în măduva osoasă. Practic, **plachetele** nu sunt celule, deoarece sunt alcătuite din fragmente de citoplasmă înconjurată de membrană. Ele se formează în măduva roșie osoasă din celule mari, numite **megacariocite**, derivate din hemocitoblaști. Din citoplasma megacariocitelor se desprind mici fragmente, care sunt delimitate de membrană și sunt apoi eliberate în circulație. Numărul lor este de aproximativ 300.000 pe milimetru cub de sânge.

Plachetele funcționează în două procese importante: formează agregate plachetare (hemostază) și sunt implicate în mecanismul de coagulare a sângelui. **Agregatele plachetare** se formează la nivelul zonei lezate a vaselor de sânge, unde reacționează cu fibrele de collagen din peretele vascular (Figura 14.6). Plachetele aderă de fibre și formează o masă care umple leziunea din peretele vascular. Această reacție apare în câteva secunde de la leziunea vasculară și stimulează coagularea.



**DE RETINUT**  
 Plachetele reprezintă componenta celulară a hemostazei. Proteinele de coagulare din plasmă produc un cheag de sânge.

**FIGURA 14.6** Formarea trombului plachetar. (a) O soluție de continuitate apare în peretele unui vas de sânge. (b) Plachetele aderă între ele și la fibrele de collagen din peretele vascular. (c) Agregatul plachetar controlează pierderea de sânge la locul leziunii.

## COAGULAREA SÂNGELUI

Formarea cheagului de sânge apare în cazul leziunilor mai mari suferite de vasele de sânge. Acest proces determină formarea unei mase de fibre proteice, celule sanguine și plachete, care repară leziunea suferită. Elementele implicate în coagulare se numesc **factori de coagulare**.

Când țesutul sau vasul de sânge este lezat, mecanismul de coagulare a sângelui este activat, fie pe calea intrinsecă, fie pe cea extrinsecă. Calea intrinsecă implică factori care se găsesc numai în sânge, pe când calea extrinsecă este inițiată de factori din afara fluxului sanguin.

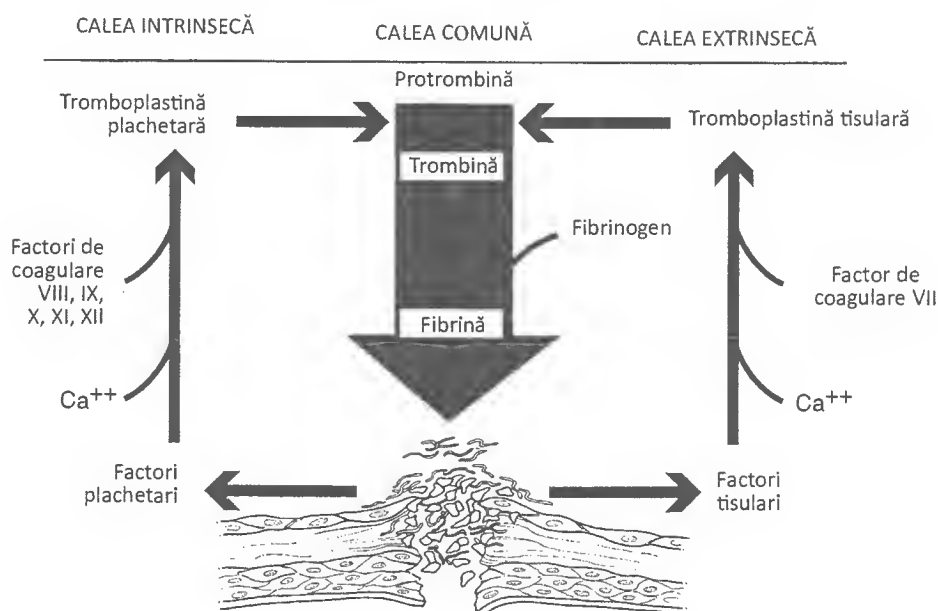
În **calea intrinsecă**, un factor de coagulare denumit **factor plachetar** este eliberat de plachetele sanguine și de către celulele endoteliale care căptușesc vasele de sânge. Factorul interacționează cu ioni de calciu și cu mulți alți factori de coagulare, pentru a se obține **tromboplastina derivată din plachete**. Tromboplastina este un activator al protrombinei, o lipoproteină care activează o proteină globulară numită **protrombină**. În cursul reacției, protrombina este convertită la forma activă numită **trombină**. Ioni de calciu sunt esențiali pentru această conversie.

Protrombina poate fi activată și pe **calea extrinsecă**. În acest proces, factorii tisulari de la nivelul vaselor lezate sau de pe suprafața celulelor din tot organismul, reacționează cu factorul de coagulare VII și cu ioni de calciu și determină activarea acestuia (facto-



rul VII). Factorul VII activează apoi alți factori de coagulare, pentru a forma **tromboplastina tisulară**. Împreună cu ionii de calciu și alți factori, tromboplastina formează activatorul protrombinei. Activatorul protrombinei convertește protrombina în trombină.

Odată ce trombina a fost produsă, ea va funcționa ca o enzimă. În prezența calciului, trombina activează proteina produsă de ficat numită **fibrinogen**, care se găsește dizolvat în plasmă. Activarea convertește fibrinogenul în **fibrină**, o proteină fibrilară, insolubilă (Figura 14.7). Filamente de fibrină se acumulează și, împreună cu plachetele și eritrocitele, formează cheagul de sânge. Plasma se gelifică la locul leziunii, apoi cheagul pierde lichidul conținut și se contractă. În timpul contracției, cheagul sudează capetele deteriorate ale vasului de sânge sau țesutului, iar cheagul se întărește. Filamente dense de fibrină se formează imediat, iar cheagul este complet.



**FIGURA 14.7** Prezentare generală a mecanismului de coagulare a sângelui, arătând interrelația dintre calea intrinsecă și extrinsecă. Ambele căi implică tromboplastina, și ambele duc la formarea unei substanțe care activează protrombina și o convertește în trombină. Trombina apoi convertește fibrinogenul în fibrină, componenta principală a cheagului de sânge.

Deși coagularea sângelui este esențială pentru o bună stare de sănătate, există situații în care cheagurile de sânge pot afecta organismul. De exemplu, se poate forma un cheag de sânge într-un vas rigidizat, prin depunerea unei plăci alcătuite din colesterol. Colesterolul, împreună cu alte lipide, se depune pe peretele interior al vaselor și cauzează o afecțiune numită **ateroscleroză**.

Plăcile de colesterol stimulează, de asemenea, formarea de cheaguri într-o afecțiune numită **tromboză**. Un cheag format astfel se numește **tromb**. Acesta poate împiedica fluxul sanguin în arterele coronare (Capitolul 15) și poate cauza afecțiunea numită tromboză coronariană. Când cheagul migrează în altă parte a organismului, el se numește embol, iar afecțiunea cauzată, **embolie**.



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

**SECȚIUNEA A – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Globulele roșii, globulele albe și plachetele sunt componente ale sângelui denumite \_\_\_\_\_.
2. pH-ul sângelui este de obicei aproximativ \_\_\_\_\_.
3. Albuminele din sânge sunt produse de către \_\_\_\_\_.
4. Partea fluidă a sângelui este \_\_\_\_\_.
5. După îndepărtarea proteinelor de coagulare din plasmă, fluidul care rămâne se numește \_\_\_\_\_.
6. Ionii cei mai importanți transportați de sânge sunt calciul, potasiul, clorul, bicarbonatul și \_\_\_\_\_.
7. Acele proteine plasmatică care contribuie la vâscozitatea sângelui și sunt parțial responsabile pentru menținerea constantă a pH-ului sanguin sunt denumite \_\_\_\_\_.
8. Anticorpul aparțin unui grup major de proteine plasmatică numite \_\_\_\_\_.
9. Aproximativ 7% din proteinele plasmatică sunt proteine de coagulare, care sunt un produs de sinteză al ficatului, numite \_\_\_\_\_.
10. Proteinele plasmatică favorizează mișcarea apei din fluidele tisulare în circulație; acest proces este denumit \_\_\_\_\_.
11. Pigmentul care transportă oxigenul în eritrocite se numește \_\_\_\_\_.
12. Globulele roșii sunt cunoscute și ca \_\_\_\_\_.
13. Numărul globulelor roșii pe microlitru, la un bărbat adult, este aproximativ \_\_\_\_\_.
14. Numărul globulelor roșii pe microlitru, la o femeie adultă, este \_\_\_\_\_.
15. Forma unui eritrocit este aceea a unui/unei \_\_\_\_\_.
16. Când un eritrocit se micșorează în soluție ce conține exces de solvit, procesul se numește \_\_\_\_\_.
17. Când globulele roșii se umflă și se sparg într-o soluție care conține o concentrație

- scăzută de solvit, procesul se numește \_\_\_\_\_.
18. Globulele roșii se formează în măduva osoasă printr-un proces numit \_\_\_\_\_.
  19. Procentul globulelor roșii din sângele centrifugat se numește \_\_\_\_\_.
  20. Cele două lanțuri polipeptidice ale moleculei de hemoglobină sunt cunoscute ca \_\_\_\_\_.
  21. Gruparea din molecula de hemoglobină care conține fier și leagă molecula de oxigen este denumită \_\_\_\_\_.
  22. Când oxigenul se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită \_\_\_\_\_.
  23. Când dioxidul de carbon se leagă de molecula hemoglobinei, molecula de hemoglobină este denumită \_\_\_\_\_.
  24. Cea mai mare parte a dioxidului de carbon este transportat în plasmă dizolvat sub formă de \_\_\_\_\_.
  25. Globulele roșii circulă în fluxul sanguin aproximativ \_\_\_\_\_.
  26. După distrugere, pigmentul hemoglobină din globulele roșii este convertit într-un pigment biliar denumit \_\_\_\_\_.
  27. Producția de globule roșii este reglată de un hormon numit \_\_\_\_\_.
  28. Lipsa vitaminei B<sub>12</sub> poate produce o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
  29. Anumiți factori, precum radiațiile gamma și medicamentele, pot împiedica producerea de globule roșii, condiție numită \_\_\_\_\_.
  30. Un defect al genelor care codifică hemoglobina poate duce la cristalizarea hemoglobinei și la deformarea eritrocitelor în forma literei „C”. Această afecțiune este denumită \_\_\_\_\_.
  31. Când organismul nu reușește să sintetizeze unul sau mai multe lanțuri polipeptidice, rezultând globule roșii fragile, afecțiunea este numită \_\_\_\_\_.
  32. Un nume alternativ pentru globulele albe sanguine este \_\_\_\_\_.
  33. Numărul aproximativ de globule albe pe milimetru cub, la adult, este de \_\_\_\_\_.
  34. Globulele albe se formează în \_\_\_\_\_.
  35. Neutrofilele și bazofilele sunt tipuri de globule albe cunoscute ca \_\_\_\_\_.

### 334 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

36. Limfocitele și monocitele nu au granule în citoplasmă și prin urmare sunt cunoscute ca \_\_\_\_\_.
37. Principala funcție a neutrofilului este \_\_\_\_\_.
38. Granulațiile eozinofilului se colorează cu coloranți acidofili și apar \_\_\_\_\_.
39. Procentajul de bazofile din totalul globulelor albe este de aproximativ \_\_\_\_\_.
40. În organism, limfocitele sunt celulele cheie ale sistemului denumit \_\_\_\_\_.
41. Când monocitele pătrund în țesuturi, se transformă în celule mari, fagocitare, numite \_\_\_\_\_.
42. Anticorpul sunt produși de globulele albe, cunoscute sub numele de \_\_\_\_\_.
43. O scădere generală a globulelor albe în organism se numește \_\_\_\_\_.
44. Plachetele sanguine sunt produse în măduva roșie osoasă din niște celule mari numite \_\_\_\_\_.
45. O masă de plachete și de fibre de collagen care apare la locul unei leziuni din perețele vascular este cunoscută ca un/o \_\_\_\_\_.
46. În calea intrinsecă, un factor important care inițiază calea chimică este numit factor \_\_\_\_\_.
47. În calea extrinsecă, factori tisulari din vasele afectate reacționează cu factorii de coagulare și determină eliberarea \_\_\_\_\_.
48. Trombina este responsabilă de conversia fibrinogenului în \_\_\_\_\_.
49. Depozitarea colesterolului pe peretele intern al vaselor de sânge cauzează o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
50. Afecțiunea în care un cheag de sânge migrează dintr-o anumită parte a corpului în alta este cunoscută ca \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Următoarele sunt funcții ale sângelui, *cu excepția*
  - A. transportă oxigen de la plămâni la celule
  - B. protejează organismul de boli
  - C. transportă nutrienți de la sistemul digestiv la celulele organismului
  - D. coordonează toate activitățile celulelor din organism
2. Următoarele sunt caracteristici ale sângelui, *cu excepția*
  - A. conține aproximativ 92% apă
  - B. pH-ul său variază între 6,2 și 6,7
  - C. este mai vâscos decât apa
  - D. conține aproximativ 7% proteine
3. Albuminele, globulinele și fibrinogenul sunt trei dintre
  - A. hormonii găsiți în sânge
  - B. sărurile găsite în sânge
  - C. gazele transportate de sânge
  - D. proteinele prezente în sânge
4. Moleculele de anticorpi produse de sistemul imun aparțin unui grup de proteine numite
  - A. gama globuline
  - B. albumine
  - C. proteine de coagulare
  - D. alfa și beta proteine
5. Care din următoarele caracteristici se aplică eritrocitului?
  - A. se mai numește leucocit
  - B. are formă de disc biconcav
  - C. are nucleu distinct și organite
  - D. este incapabil să transporte oxigen la celule
6. Când globulele roșii sunt puse în soluție care nu conține solvit, acestea
  - A. au tendința de a se micșora
  - B. au tendința de a se umfla
  - C. devin zbârcite
  - D. își pierd nucleul și citoplasma
7. Trecerea leucocitelor din măduva osoasă în circulație este un proces cunoscut ca
  - A. hemoliză
  - B. fagocitoză
  - C. diapedeză
  - D. tromboză

8. Următoarele se găsesc în moleculele de hemoglobină, *cu excepția*
  - A. patru lanțuri polipeptidice
  - B. atomi de fier
  - C. molecule de glucide
  - D. grupări hem
9. Cea mai mare parte a moleculelor de dioxid de carbon sunt transportate în sânge
  - A. atașate de globulele roșii
  - B. atașate de globulele albe
  - C. dizolvate în plasmă ca ioni de bicarbonat
  - D. atașate la suprafața plachetelor
10. Globulele roșii îmbătrânite sau deteriorate sunt distruse de celulele fagocitare în
  - A. pancreas, rinichi și intestin subțire
  - B. ficat, splină și măduva osoasă
  - C. tiroidă, timus și glanda pituitară
  - D. intestin subțire, creier și vena cavă
11. Bilirubina este un pigment biliar format prin degradarea
  - A. hemoglobinei
  - B. globulelor albe
  - C. plachetelor
  - D. fibrinogenului
12. Anemia pernicioasă se asociază cu un/o
  - A. deficit de fier în organism
  - B. defect moștenit genetic
  - C. deficit de vitamina B<sub>12</sub> în organism
  - D. insuficiență de calciu în organism
13. Siclemia derivă dintr-un/o
  - A. atac al globulelor albe asupra globulelor roșii
  - B. deficit de iod în organism
  - C. coagulare spontană a sângelui
  - D. defect genetic
14. Care dintre următoarele se aplică neutrofilelor din corpul uman
  - A. sunt leucocite fagocitare
  - B. nu au granulații în citoplasmă
  - C. funcția lor principală este producerea de anticorpi
  - D. granulațiile lor se colorează în albastru cu coloranți bazici
15. Celulele principale ale sistemului imun în organismul uman sunt
  - A. bazofilele și eozinofilele
  - B. leucocitele polimorfonucleare
  - C. limfocitele B și limfocitele T
  - D. monocitele

16. Aproximativ 6-8% din globulele albe reprezintă celule fagocitare mari, agranulare, numite
- A. limfocite
  - B. neutrofile
  - C. plachete
  - D. monocite
17. O suprapopulare cu leucocite este caracteristică unei forme de cancer, denumită
- A. melanom
  - B. leucemie
  - C. parazitemie
  - D. leucopenie
18. Funcția principală a globulelor albe în organism este
- A. transportul nutrienților
  - B. apărarea organismului
  - C. excreția produșilor de metabolism
  - D. mișcarea corpului
19. Proteina de coagulare numită protrombină este sintetizată în
- A. ficat
  - B. măduva osoasă
  - C. circulație
  - D. rinichi
20. Care din următoarele este o reacție specifică în calea extrinsecă de coagulare a sângelui?
- A. factorul VII se combină cu factori tisulari
  - B. protrombina este convertită în trombină
  - C. tromboplastina este convertită în protrombină
  - D. fibrina este convertită în fibrinogen
21. Acumularea colesterolului de-a lungul pereților vasculari poate duce la o afecțiune numită
- A. embolie
  - B. tromboză
  - C. ateroscleroză
  - D. formarea unui agregat
22. O persoană care are grupa de sânge A poate dona sânge unei persoane care are
- A. grupa de sânge 0 sau AB
  - B. doar grupa de sânge A
  - C. grupa de sânge A sau AB
  - D. doar grupa de sânge 0

23. O persoană care are grupa de sânge B poate primi sânge de la o persoană care are
  - A. doar grupa de sânge A
  - B. grupa de sânge B sau AB
  - C. grupa de sânge B sau 0
  - D. grupa de sânge 0 sau AB
24. Boala hemolitică a nou-născutului poate să apară când
  - A. tatăl este Rh-pozitiv și mama este Rh-negativ
  - B. tatăl este Rh-negativ și mama este Rh-pozitiv
  - C. atât tatăl cât și mama sunt Rh-pozitivi
  - D. atât tatăl cât și mama sunt Rh-negativi
25. Pentru a preveni boala hemolitică a nou-născutului la sarcinile următoare, imediat după naștere, femeii i se administrează o injecție cu
  - A. antigen Rh
  - B. anticorpi anti-Rh
  - C. penicilină
  - D. antigene A și B

**SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbați cuvântul subliniat pentru a o face corectă.

1. Elementele figurate ale sângelui sunt suspendate într-un fluid palid, gălbui, denumit ser.
2. Proteinele care contribuie la vâscozitatea sângelui și ajută la menținerea constantă a pH-ului sanguin sunt cunoscute ca globuline.
3. Unele gama globuline sunt binecunoscute ca molecule de antigene, produse de sistemul imun.
4. Globulele roșii nu au nucleu sau organite; în schimb, ele sunt pline cu un pigment roșu, hemoglobină.
5. Globulele roșii au formă de disc biconvex.
6. Când globulele roșii sunt suspendate în soluții care conțin cantități de solvit în exces, celulele se umflă într-un proces numit zbârcire.
7. Când globulele roșii sunt plasate într-o soluție care nu conține solvit, ele tind să se spargă printr-un proces numit hemoliză.
8. Formarea globulelor roșii are loc în măduva roșie osoasă, printr-un proces numit limfopoieză.
9. Molecula de hemoglobină este formată din patru lanțuri polipeptidice.
10. Când monoxidul de carbon intră în globulele roșii, se leagă slab de molecula de hemoglobină.



11. Globulele roșii circulă în sânge aproximativ 320 de zile.
12. Bilirubina este un pigment produs prin degradarea hemoglobinei din globulele roșii și excretat de ficat prin bilă.
13. Hormonul eritropoetină stimulează dezvoltarea globulelor roșii în măduva osoasă.
14. Eșecul organismului de a sintetiza unul sau mai multe lanțuri polipeptidice ale hemoglobinei produce o afecțiune cunoscută ca anemie pernicioasă.
15. Eozinofilele, bazofilele și neutrofilele sunt toate tipuri de leucocite denumite agranulocite.
16. Deoarece nucleul unui limfocit are de la doi la cinci lobi, celula este denumită celulă polimorfonucleară.
17. Bazofilele sunt cele mai numeroase globule albe din circulație.
18. Limfocitele T și limfocitele B sunt celule importante ale sistemului endocrin.
19. Fagocitele importante ale organismului includ neutrofilele, macrofagele și limfocitele.
20. Leucopenia reprezintă un număr de leucocite mai mare decât în mod normal.
21. În calea intrinsecă de coagulare, ionii de sodiu sunt necesari pentru cel puțin una din conversiile chimice.
22. Un cheag de sânge care migrează dintr-o parte a corpului în alta se numește tromb.
23. O persoană cu grupa de sânge AB poate dona sânge unei persoane a cărei grupă de sânge este 0.
24. O persoană care are grupa de sânge 0 este cunoscută drept primitor universal.
25. Când un bărbat care este Rh-pozitiv și o femeie care este Rh-negativă au un copil, există șansa ca acesta să dezvolte talasemie.

#### **SECȚIUNEA D - Studiu de caz**

Juanita este fumătoare. Fumul de țigară conține monoxid de carbon. Hematocritul ei este 56%, mai mare decât normal. Ce proces fiziologic determină ca hematocritul ei să crească?

---

## RĂSPUNSURI

---

### SECȚIUNEA A – Completare

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. elemente figurate     | 26. biliverdină         |
| 2. 7,35 - 7,45           | 27. eritropoetină       |
| 3. ficat                 | 28. anemie pernicioasă  |
| 4. plasma                | 29. anemie aplastică    |
| 5. ser                   | 30. siclemie            |
| 6. sodiul                | 31. talasemie           |
| 7. albumine              | 32. leucocite           |
| 8. globuline             | 33. 7000                |
| 9. fibrinogen            | 34. măduva roșie osoasă |
| 10. osmoză               | 35. granulocite         |
| 11. hemoglobină          | 36. agranulocite        |
| 12. eritrocite           | 37. fagocitoza          |
| 13. 5,8 milioane         | 38. roșii               |
| 14. 4,8 milioane         | 39. 1%                  |
| 15. disc biconcav        | 40. sistem imun         |
| 16. zbârcire             | 41. macrofage           |
| 17. hemoliză             | 42. limfocite           |
| 18. eritropoieză         | 43. leucopenie          |
| 19. hematocrit           | 44. megacariocite       |
| 20. lanțuri alfa și beta | 45. agregat plachetar   |
| 21. grupare hem          | 46. plachetar           |
| 22. oxihemoglobină       | 47. tromboplastinei     |
| 23. carbaminohemoglobină | 48. fibrină             |
| 24. ioni de bicarbonat   | 49. ateroscleroză       |
| 25. 120 de zile          | 50. embolie             |

### SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. B  | 11. A | 16. D | 21. C |
| 2. B | 7. C  | 12. C | 17. B | 22. C |
| 3. D | 8. C  | 13. D | 18. B | 23. C |
| 4. A | 9. C  | 14. A | 19. A | 24. A |
| 5. B | 10. B | 15. C | 20. A | 25. B |

**SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals**

- |                 |                                       |
|-----------------|---------------------------------------|
| 1. plasmă       | 14. talasemie                         |
| 2. albumine     | 15. granulocite                       |
| 3. anticorpi    | 16. neutrofil                         |
| 4. A            | 17. cele mai puține                   |
| 5. biconcav     | 18. imun                              |
| 6. micșorează   | 19. monocitele                        |
| 7. A            | 20. mai scăzut                        |
| 8. eritropoieză | 21. calciu                            |
| 9. A            | 22. embol                             |
| 10. puternic    | 23. AB                                |
| 11. 120         | 24. donator                           |
| 12. A           | 25. boala hemolitică a nou-născutului |
| 13. A           |                                       |

**SECȚIUNEA D – Studiu de caz**

Monoxidul de carbon din fumul de țigară blochează spațiul rezervat oxigenului din molecula de hemoglobină. Astfel, transportul oxigenului la țesuturi este afectat, inclusiv la nivelul rinichilor. În consecință, rinichii ei produc mai multă eritropoetină, favorizând creșterea hematocritului.





# Sistemul cardiovascular

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol rezumă anatomia și fiziologia inimii și a vaselor de sânge. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- diferențiați structurile anatomice ale inimii, precum și funcțiile specifice acestora;
- descrieți căile circulației sanguine;
- deosebiți valvele cardiace;
- descrieți circulația coronariană;
- identificați componentele sistemului excitoconductor al inimii;
- identificați componentele electrocardiogramei;
- identificați efectele sistemului nervos autonom asupra reglării frecvenței cardiace;
- identificați și ordonați evenimentele ciclului cardiac;
- identificați sursele zgomotelor cardiace;
- diferențiați vasele de sânge între ele, pe baza anatomiei și funcției lor specifice;
- identificați modulatorii fluxului sanguin în țesuturi;
- descrieți măsurarea presiunii arteriale și a pulsului;
- diferențiați tipurile de circulație sanguină;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

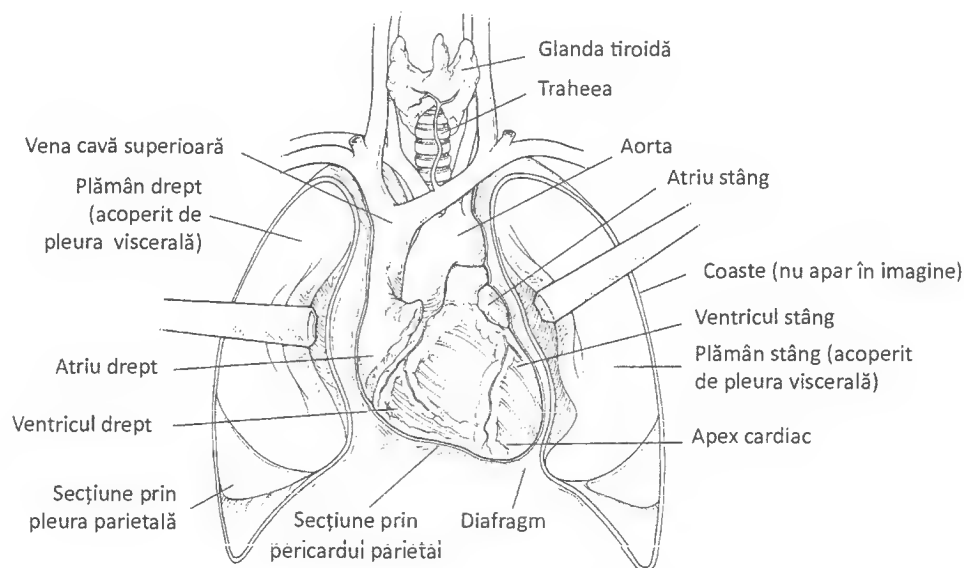
- Inima: cavitățile și vasele, fluxul sanguin, valvele, circulația coronariană, mușchiul cardiac și ciclul cardiac
- Vasele de sânge: artere, arteriole, capilare, venule și vene
- Presiunea arterială, pulsul și reglarea fluxului sanguin
- Tipuri de circulație sanguină
- Întrebări recapitulative

Sistemul cardiovascular este responsabil de furnizarea nutrienților și a oxigenului către țesuturi și de îndepărtarea produșilor de metabolism din țesuturi. De asemenea, sistemul transportă hormonii înspre celulele lor țintă. Sistemul cardiovascular este alcătuit dintr-o pompă (inima) și un set de tuburi care transportă sângele (vasele de sânge). Teoretic, toate regiunile organismului sunt deservite de sistemul cardiovascular.

## INIMA

Inima este organul ce îndeplinește funcția de pompă în sistemul cardiovascular. Este alcătuită din două cavități principale cu rol de pompă, **ventriculele**, și două cavități de umplere, numite **atrii**. Inima pompează sângele în arterele, capilarele și venele sistemului cardiovascular și furnizează sânge tuturor celulelor organismului. Are aproximativ mărimea unui pumn, este un organ cavitătar, de formă conică și cântărește mai puțin de o jumătate de kilogram.

Inima este situată în torace, în mediastin, aproximativ între a doua și a cincea coastă. Se află anterior de coloana vertebrală și posterior de stern, fiind flancată de plămâni, care se suprapun peste ea. Inima este așezată puțin spre stânga și adoptă o poziție oblică în cavitatea toracică (Figura 15.1).



**FIGURA 15.1** Inima umană văzută din poziție ventrală în cavitatea toracică. Observați poziția organelor adiacente.

Inima este învelită de un sac format din două foițe (membrane) numit **pericard**. Foița externă se numește **pericard parietal**, iar cea internă, **pericard visceral** sau **epicard**. Cavitatea pericardică este spațiul umplut cu fluid dintre pericardul parietal și cel visceral (epicardul). Epicardul este ocazional acoperit de grăsime, mai ales la vârste înaintate. Inflamația pericardului este numită **pericardită**. Epicardul este considerat stratul extern al țesutului cardiac.

Țesutul principal al inimii este localizat în stratul mijlociu, și este numit **miocard**. Miocardul este compus din celule musculare de tip cardiac dipuse în fascicule. În interiorul

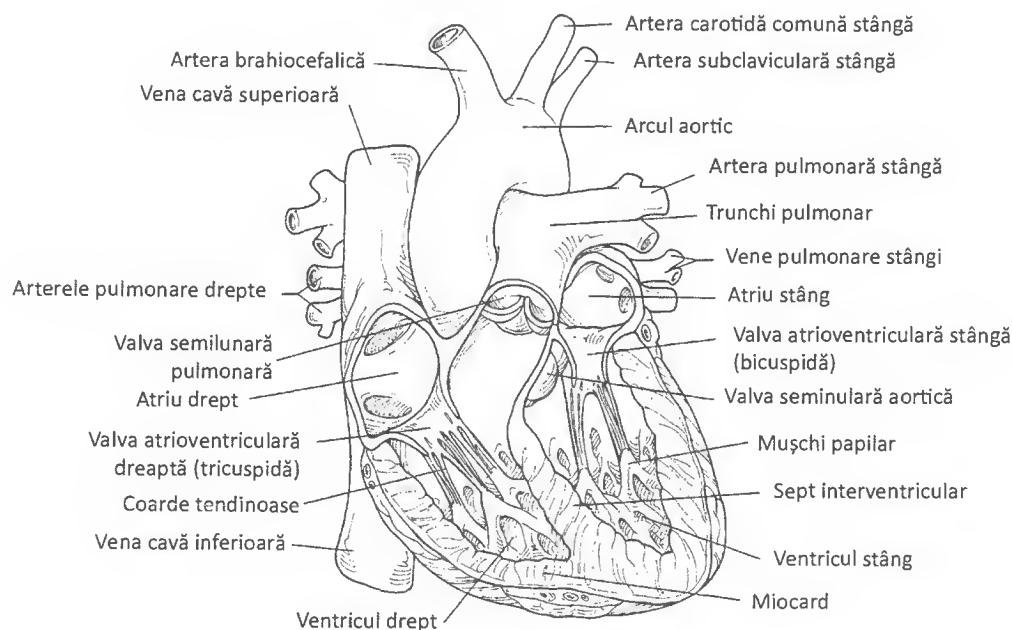
miocardului, celulele musculare sunt interconectate între ele prin fibre fine de țesut conjunctiv aranjate într-o rețea, ce aparțin scheletului fibros. Această rețea consolidează miocardul în interior. Un plus de susținere, în jurul valvelor și la locul de emergență a vaselor mari, este asigurat de inele de țesut fibros împletit asemănător unor frânghii.

Al treilea strat inimii este cel intern, numit **endocard**. Endocardul este alcătuit dintr-un strat endotelial ce acoperă un strat subțire de țesut conjunctiv. Endocardul delimitează cavitățile inimii și acoperă valvele cardiace. Inflamația valvelor cardiace este numită **endocardită**.

## CAVITĂȚILE ȘI VASELE INIMII

În inimă există patru cavități. Cele două cavități superioare sunt denumite **atrii**, iar cele două cavități inferioare sunt denumite **ventricule**.

Cavitățile cardiace sunt separate longitudinal de un perete numit **sept cardiac**. Între atrii, septul este denumit **sept interatrial**, iar între ventricule **sept interventricular** (Figura 15.2).



**FIGURA 15.2** Secțiune longitudinală prin inimă, ilustrând cele mai importante structuri ale acestui organ. Se pot observa detaliile valvelor și sunt indicate cele mai importante vase.

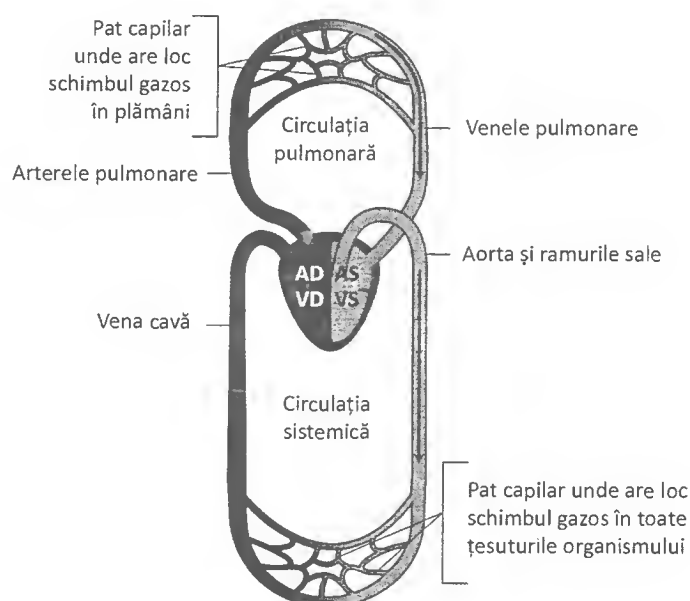
Atriile sunt cavitățile de umplere cu sânge ale inimii. Sângele care se întoarce prin vene de la țesuturi intră în atrii și este menținut acolo până când ventriculele se golesc. Fiecare atriu are o prelungire plată, încrețită, denumită **auriculă** (urechiușă), ce se umple cu sânge atunci când atriu este plin. Auricula crește capacitatea atrială.

În atriu drept se golesc trei vene: **vena cavă superioară**, care aduce sângele de la cap și gât, **vena cavă inferioară**, care aduce sângele din regiunea inferioară a corpului, și **sinusul coronarian** care primește sângele de la mușchiul cardiac și îl conduce apoi în atriu drept. Atriu stâng primește sânge de la plămâni prin intermediul venelor pulmonare.

**Ventriculele** sunt situate inferior față de atri și sunt cavitățile cu rol de pompă ale inimii. Ventriculul drept pompează sângele la plămâni, iar ventriculul stâng pompează sângele la organele, țesuturile și celulele organismului.

## CIRCULAȚIA SÂNGELUI PRIN INIMĂ

În organism există două circuite cardiovasculare principale. Primul circuit, numit **circulația pulmonară**, se extinde de la inimă la plămâni și înapoi la inimă. Al doilea circuit, **circulația sistemică**, se extinde de la inimă la celule și înapoi la inimă (Figura 15.3).



**FIGURA 15.3** Cele două circulații principale ale organismului. În circulația pulmonară, sângele pleacă din ventriculul drept la plămâni și se întoarce în atriu stâng. În circulația sistemică, sângele pleacă din ventriculul stâng spre organism și se întoarce în atriu drept.

Circulația pulmonară începe în partea dreaptă a inimii. Sângele colectat de la organe intră în atriu drept. Acest sânge este sărac în oxigen și bogat în dioxid de carbon. Sângele trece printr-o valvă din atriu drept în ventriculul drept. Ventriculul drept pompează apoi sângele în plămâni prin **arterele pulmonare**. La nivel pulmonar, dioxidul de carbon părăsește sângele și intră în alveolele pulmonare, în timp ce oxigenul trece din alveolele pulmonare în sânge. Apoi, sângele bogat în oxigen se întoarce prin **vene pulmonare** în partea stângă a inimii, închizând astfel circulația pulmonară.

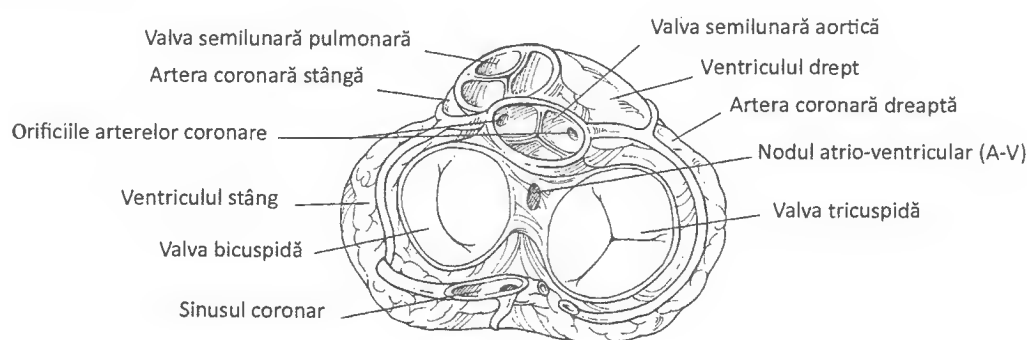
Circulația sistemică începe în partea stângă a inimii. Sângele intră în atriu stâng, apoi trece printr-o valvă în ventriculul stâng. Ventriculul stâng pompează sângele bogat în oxigen în **aortă**, cea mai mare arteră din organism. Din aortă sângele este distribuit către alte **artere** ale circulației sistemice. Prin aceste artere, sângele circulă către cap, torace, regiunea abdominală și alte părți ale organismului.



La nivel celular, sângele eliberează oxigenul și preia dioxidul de carbon. Sângele bogat în dioxid de carbon (și sărac în oxigen) se întoarce la inimă prin **vene**le sistemului cardiovascular și venele cave. Când ajunge la inimă, sângele intră în atriul drept, completând în acest fel circulația sistemică.

## VALVELE CARDIACE

Un set de valve cardiace asigură circulația unidirecțională a sângelui prin inimă, prevenind refluxul. Patru valve cardiace sunt implicate în acest proces. Două dintre aceste valve sunt denumite **valve atrioventriculare**, iar celelalte două sunt denumite **valve semilunare** (Figura 15.4)



**FIGURA 15.4** Vedere de sus a inimii după îndepărtarea atriilor. Observați structura valvelor bicuspidă (cu două cuspiduri) și tricuspidă (cu trei cuspiduri). Valva aortică și cea pulmonară sunt valve semilunare. Se pot observa arterele, venele și sinusul coronarian.

Una dintre valvele atrioventriculare este situată în partea dreaptă a inimii, între atriul și ventriculul drept. Această valvă este numită **valva tricuspidă**, deoarece are trei cuspiduri. A doua valvă atrioventriculară se află în partea stângă a inimii, între atriul și ventriculul stâng. Este numită **valvă mitrală** sau **valvă bicuspidă**, deoarece are numai două cuspiduri. Valvele atrioventriculare permit sângelui să curgă din atriul în ventricule și previn refluxul sângelui în atriul atunci când ventriculele se contractă.

Valvele cardiace atrioventriculare sunt ancorate de mușchii papilari ai peretelui ventricular prin cordoane de collagen de culoare albicioasă. Aceste cordoane tisulare, numite **cordaje tendinoase**, împiedică mișcarea cuspidurilor valvulare înspre atriul. Când cordajele tendinoase sunt lezate sau când leziunea este chiar la nivel valvular, valvele au tendința de a se mișca retrograd. În cazul valvei mitrale, această afecțiune se numește **prolaps de valvă mitrală**.

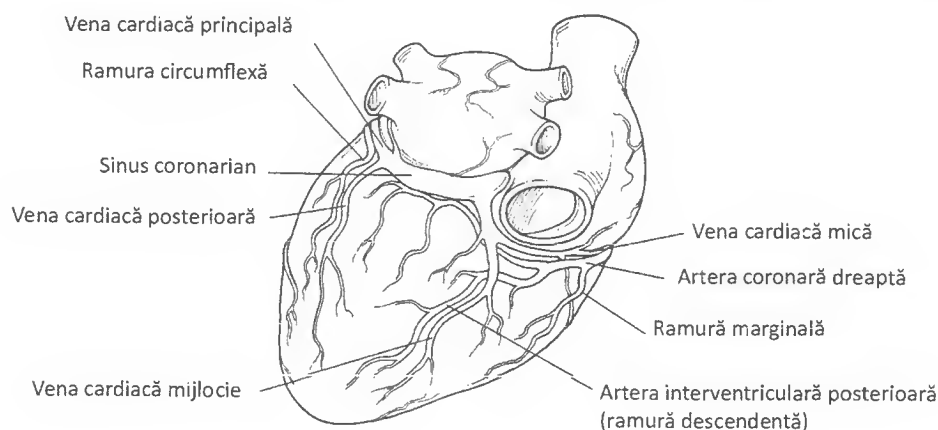
Cele două **valve semilunare** se află la emergența arterelor principale (aorta și artera pulmonară) din ventricule. **Valva semilunară pulmonară** delimitează intrarea în trunchiul pulmonar, ce se extinde de la ventriculul drept spre plămâni. Această valvă previne refluxul sângelui în ventriculul drept când acesta se relaxează. **Valva semilunară aortică** este situată la emergența aortei. Ea previne refluxul sângelui în ventriculul stâng (Tabelul 15.1).

TABELUL 15.1 PREZENTARE SUCCINTĂ A VALVELOR CARDIACE

Valva	Localizare	Funcție
Valva tricuspidă	Între atriul drept și ventriculul drept	Previne refluxul sângelui din ventriculul drept înapoi în atriul drept în timpul contracției ventriculare
Valva semilunară pulmonară	Între ventriculul drept și artera pulmonară	Previne refluxul sanguin din artera pulmonară în ventriculul drept în timpul relaxării ventriculare
Valva bicuspidă (mitrală)	Între atriul stâng și ventriculul stâng	Previne refluxul sângelui din ventriculul stâng înapoi în atriul stâng în timpul contracției ventriculare
Valva semilunară aortică	Între ventriculul stâng și aortă	Previne refluxul sângelui din aortă înapoi în ventriculul stâng în timpul relaxării ventriculare

## CIRCULAȚIA CORONARIANĂ

Deoarece inima se află într-o activitate continuă, ea trebuie alimentată permanent cu sânge. Arterele care îi furnizează sânge sunt **arterele coronare**; vasele care drenează mușchiul cardiac sunt **vene coronare**. Arterele coronare furnizează sânge oxigenat mușchiului cardiac; ulterior, sângele sărac în oxigen este drenat de către venele coronare, îl conduc în **sinusul coronarian** (Figura 15.5). Sinusul trimite sângele în atriul drept.



**FIGURA 15.5** Vedere dinspre lateral a inimii, ilustrând câteva dintre arterele și venele coronare. Sinusul coronarian este situat aproape de venele cave și se goleşte în atriul drept împreună cu aceste vene.

Obstrucția prelungită a arterelor coronare prin cheaguri de sânge se numește **tromboză coronariană**. Această afecțiune poate produce moartea celulelor miocardice. Când celulele miocardice mor, apare **infarctul miocardic**, cunoscut și sub numele de **atac de cord**.

## MUȘCHIUL CARDIAC

Din punct de vedere fiziologic și biochimic, **mușchiul cardiac** este asemănător mușchiului striat scheletic. O diferență structurală este, însă, notabilă: celulele mușchiului striat scheletic sunt alungite și cilindrice, în timp ce celulele miocardului sunt mai scurte, mai late, mai ramificate, și interconectate. Joncțiunile dintre celulele musculare cardiace apar la nivelul conexiunilor și sunt numite **discuri intercalare**. Discurile intercalare conțin multe joncțiuni de tip gap, care permit citoplasmei unei fibre musculare cardiace să se atingă cu cea a fibrei învecinate. Discurile intercalare conțin și desmozomi, care formează o legătură mai stânsă decât joncțiunile de la nivelul celulelor musculare scheletice. Astfel, celulele miocardului funcționează ca niște unități mai integrate decât celulele musculare scheletice.

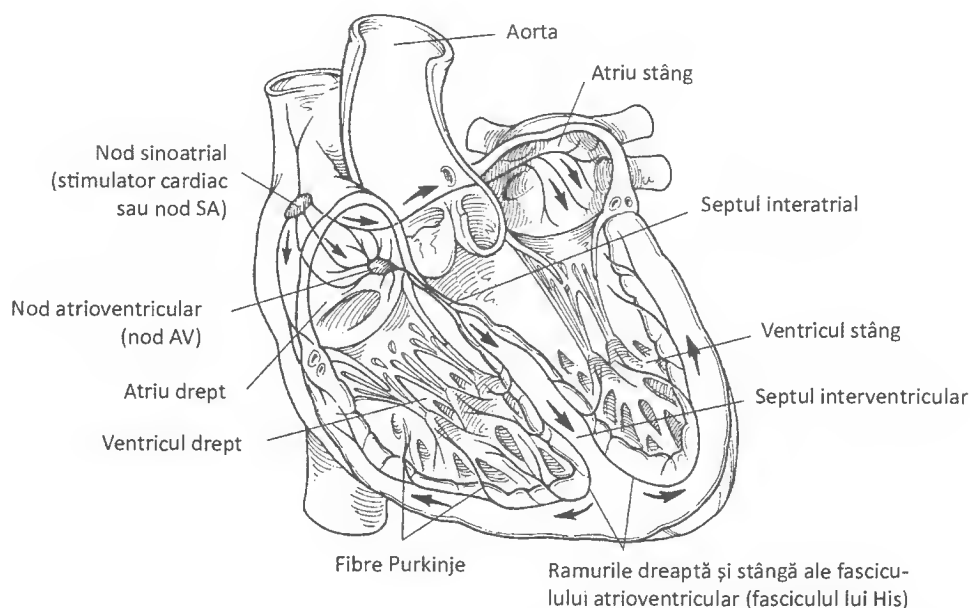
Celulele musculare cardiace primesc energie din metabolism în același fel ca și cele musculare scheletice, însă au nevoie de mai multă energie deoarece activitatea lor metabolică este mai intensă.

Contracțiile celulelor musculare cardiace nu sunt inițiate de impulsuri venite de la sistemul nervos. Inima inițiază și distribuie impulsuri nervoase pentru a determina contracția celulelor miocardice printr-un țesut specializat, denumit țesut excitoconductor. Fibrele musculare cardiace ale sistemului excitoconductor se contractă și se relaxează pe tot parcursul vieții unei persoane fără intervenția sistemului nervos. Prima componentă a sistemului excitoconductor constă din celulele **nodului sinoatrial (SA)**. Această masă de celule musculare cardiace prevăzute cu autoritmicitate este situată în peretele superior al atrului drept. Impulsurile generate de nodul sinoatrial ajung, în cele din urmă, în toată inima. Nodul SA determină ritmul contracțiilor cardiace, de aceea este cunoscut ca **stimulator cardiac** (pace-maker) (Figura 15.6). Nodul SA se depolarizează, fără intervenție nervoasă, de 70-80 de ori pe minut. Unda de depolarizare inițiată în nodul SA stabilește ritmul sinusal.

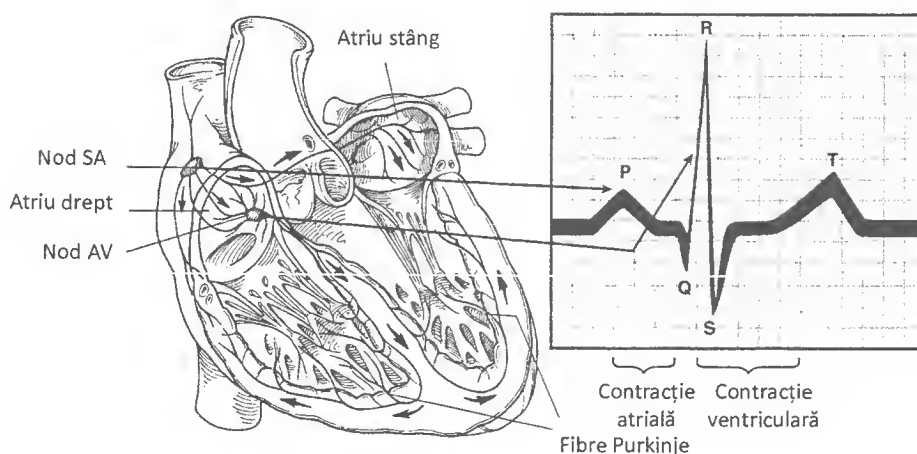
Impulsurile sunt distribuite de la nodul SA în țesutul atrial de la celulă la celulă, prin intermediul joncțiunilor gap din discurile intercalare. Impulsurile se răspândesc prin fibre la al doilea nodul principal al inimii, numit **nodul atrioventricular (AV)**. Nodul atrioventricular este situat în septul interatrial (între cele două atrii). Impulsurile care ajung la nodul AV se transmit unui grup mai voluminos de fibre, cunoscut sub numele de **fasciculul His**, situat în septul interventricular. Acesta este format din două ramuri, dreaptă și stângă, ce se continuă cu **fibrele Purkinje**, care se distribuie în miocardul ventricular, asigurând transmiterea impulsurilor necesare contracției acestuia. Potențialele de acțiune ale inimii urmează procesul de depolarizare și repolarizare tipic tuturor celulelor musculare (Capitolul 8).

Transmiterea impulsului prin sistemul conductor al inimii poate fi înregistrată prin **electrocardiogramă (ECG)**. Pe o electrocardiogramă normală se disting trei unde care apar în fiecare ciclu cardiac. Prima undă, **unda P**, este o undă ascendentă care indică depolarizarea atriilor și distribuirea impulsului de la nodul SA, prin atrii, spre nodul AV, determinând contracția atrială. A doua undă este **complexul QRS**, alcătuit dintr-o undă descendentă, urmată de o undă ascendentă largă și apoi de o undă descendentă. Acest

complex reflectă depolarizarea ventriculelor. Apoi urmează o deflexiune rotunjită, numită **unda T**. Aceasta reprezintă repolarizarea ventriculară (Figura 15.7).



**FIGURA 15.6** Sistemul excitoconductor al inimii. Impulsurile sunt generate în nodul SA și trec lateral spre alte zone ale inimii prin fibrele Purkinje. Impulsurile de la nodul SA stimulează nodul AV și de la acest nivel trec mai departe la fasciculul His și la fibrele Purkinje.



**FIGURA 15.7** Ciclul cardiac așa cum este reprezentat pe electrocardiogramă (ECG). Impulsurile de la nodul SA determină contracția atrială și sunt redată prin unda P. După o pauză foarte scurtă, impulsurile de la nodul AV determină contracția ventriculară. Aceste contracții sunt prezentate sub forma complexului QRS. Unda T reprezintă perioada în care celulele musculare se repolarizează după contracție.

Deși stimularea externă nu este necesară pentru activitatea cardiacă, sistemul nervos autonom poate realiza un controlul nervos asupra inimii. Impulsurile sistemului nervos simpatic cresc frecvența bătăilor cardiace și contracția ventriculară, iar sistemului nervos parasimpatic le diminuează (Capitolul 11).

Deși ritmul cardiac este de obicei regulat, pot să apară dereglări. Acestea se numesc **aritmii**. Când inima se contractă rapid și neregulat, se spune că fibrilează, afecțiune numită **fibrilație**. Pentru a defibrila inima poate fi utilizat un șoc electric puternic.

## CICLUL CARDIAC

Alternanța contracțiilor și relaxărilor cavităților cardiace reprezintă **ciclul cardiac**. Termenul **sistolă** se referă la contracțiile inimii; termenul **diastolă** se referă la perioadele de relaxare ale inimii. Prin urmare, ciclul cardiac este alcătuit din sistolă și diastolă.

În timpul sistolei ventriculare (sângele este pompat afară), atriile sunt în diastolă și se umplu cu sânge. Când presiunea sângelui în atriile o depășește pe cea din ventricule, forța exercitată de sânge asupra valvelor atrioventriculare determină curgerea acestuia în ventricule. Presiunea sanguină în ventricule crește, iar în timpul contracției sângele curge fie în artera pulmonară, fie în aortă. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul în timpul fiecărei sistole este numită **volum bătaie**. Cantitatea de sânge pompată de un ventricul pe minut se numește **debit cardiac**.

Inima bate de aproximativ 70-75 de ori pe minut, iar un ciclu cardiac are o durată mai mică de o secundă. Deoarece volumul bătaie la un adult este în medie de aproximativ 70 ml de sânge, debitul cardiac mediu este de aproximativ 5250 ml de sânge pe minut. Circulația sanguină este controlată de modificările de presiune, iar sângele va curge prin orice orificiu disponibil.

Când valvele atrioventriculare se închid, inima emite un zgomot, reprezentat prin onomatopeea „**lub**”. Acesta este primul zgomot cardiac. Apoi, sângele curge prin artera pulmonară și aortă, iar valvele semilunare se închid. Acest sunet este descris onomatopeic prin „**dub**”. Astfel, zgomotele cardiace sunt descrise ca „**lub-dub**”. Zgomotele cardiace anormale, numite **sufhuri**, indică de obicei o afecțiune a valvelor. Zgomotele cardiace pot fi ascultate cu ajutorul stetoscopului.

## VASELE SANGUINE

Vasele sanguine formează o rețea de tuburi care transportă sângele dinspre inimă către celulele și țesuturile organismului și invers. Acestea reprezintă un element esențial al sistemului cardiovascular, deoarece asigură mediul necesar pentru îndeplinirea funcțiilor celulelor sanguine.

Vasele care transportă sângele de la inimă sunt denumite **artere**. Arterele se divid în vase mai mici numite **arteriole** care, la nivelul organelor și țesuturilor, se ramifică în vase microscopice numite **capilare**. Sângele din capilare deservește țesuturile. Capilarele părăsesc apoi mediul celular și formează vene mici numite **venule**. Venulele se unesc cu alte venule pentru a forma vase mai mari, **vene**, care transportă sângele înapoi la inimă. (Tabelul 15.2).

Toate vasele sanguine, cu excepția capilarelor, au în componența peretelui trei straturi distincte. Aceste straturi se numesc **tunici**. Ele înconjoară **lumenul** vaselor de sânge. Tunica interioară care căptușește lumenul vascular este **tunica internă**. Acest înveliș este alcătuit dintr-un strat subțire endotelial, format din epiteliu simplu pavimentos așezat pe o membrană bazală. O continuare a endoteliului, cunoscută sub denumirea de endocard, căptușește inima și acoperă valvele cardiace. Stratul mijlociu este **tunica medie**, alcătuită în principal din celule musculare netede și fibre elastice aparținând țesutului conjunctiv. Stratul exterior al vaselor de sânge este **tunica externă**. Principalul tip de țesut al acestui strat este format dintr-o țesătură laxă de fibre de collagen. Fibrele protejează vasele sanguine și asigură fixarea lor de țesuturile învecinate.

TABELUL 15.2 O COMPARAȚIE ÎNTRE VASELE SANGUINE ALE ORGANISMULUI

Vasul	Structura	Funcția
<b>Artera</b>	Perete gros, rezistent, cu trei straturi – stratul endotelial, stratul mijlociu, format din celulele musculare netede și țesut elastic, și stratul extern, format din țesut conjunctiv	Transportă sângele la presiune ridicată de la inimă la arteriole
<b>Arteriola</b>	Perete mai subțire decât arterele, dar tot cu trei straturi; arteriolele mai mici au endoteliu, câteva celule musculare netede și o cantitate mică de țesut conjunctiv	Leagă arterele de capilare; ajută la controlul circulației sângelui în capilare prin vasoconstricție sau vasodilatație
<b>Capilarul</b>	Un singur strat de epiteliu pavimentos	Reprezintă o membrană semipermeabilă prin care se realizează schimburile de nutrienți, gaze și reziduuri între sânge și celulele din țesuturi; leagă arteriolele de venule
<b>Venula</b>	Perete subțire, cu mai puțin țesut muscular neted și elastic decât arteriolele	Leagă capilarele de vene
<b>Vena</b>	Perete mai subțire decât cel arterial, dar cu straturi similare; stratul mijlociu mai slab dezvoltat; unele au valve	Transportă sângele la presiune mică de la venule la inimă; valvele previn circulația retrogradă a sângelui; servesc drept rezervor de sânge

## ARTERELE

Spațiul central, gol, din interiorul arterelor se numește **lumen**, și este înconjurat de trei straturi de țesut. Tunica internă este alcătuită din epiteliu simplu pavimentos și este denumită **endoteliu**. Acest strat intern conține și țesut elastic. Tunica medie este alcătuită dintr-un strat gros de mușchi neted și din țesut elastic. Tunica externă este alcătuită în principal din fibre elastice și collagen.

Arterele au capacitatea de a se destinde și a se adapta la sângele ce pulsează în interiorul lor când inima se contractă. Această expansiune se datorează țesutului conjunctiv elastic. Când inima se relaxează, țesutul elastic revine la forma inițială și împinge sângele înainte.

Mușchiul neted din peretele arterelor se poate contracta pentru a regla fluxul sanguin în aval. Micșorarea lumenului arterial, numită **vasoconstricție**, poate fi indusă de impulsuri nervoase de la nivelul sistemului nervos simpatic. Mărirea în dimensiune a lumenului, numită **vasodilatație**, apare în absența impulsurilor de la acest sistem.

## ARTERIOLE, CAPILARE ȘI VENULE

Pereții **arteriolelor** mari sunt similari cu cei ai arterelor dar, pe măsură ce arteriolele scad în dimensiune, ele sunt alcătuite în principal din endoteliu și în mai mică măsură din mușchi neted. Ca și arterele, arteriolele suferă vasoconstricție și vasodilatație pentru a ajusta fluxul sanguin.

Capilarele, structuri microscopice, leagă arteriolele de venule. Capilarele pot fi întâlnite practic lângă fiecare celulă a organismului, în special cele care au o activitate metabolică crescută (aceste celule au nevoie de mai mult oxigen decât altele). Schimbul de nutrienți și gaze se produce între sânge și celulele corpului, transendotelial, după cum explică legea mișcării fluidelor a lui Starling (Capitolul 21). Pereții capilarelor au un singur strat de celule endoteliale, prin care moleculele mici pot să treacă cu ușurință. Sângele trece din arteriole în patul capilar, care este alcătuit dintr-un număr mare de capilare grupate. Un **sfincter precapilar** reglează intrarea sângelui în patul capilar. Sfincterele sunt mușchi dispuși circular, care se deschid sau se închid pentru a regla fluxul sanguin în capilare, pentru a asigura țesuturilor necesarul de sânge.

Venulele se formează prin unirea mai multor capilare. Venulele colectează sângele și îl transportă în vene. Pereții venulelor mici sunt similari cu cei ai arteriolelor mici, dar venulele mari au aceeași structură ca și a venelor.

## VENELE

Venele au structură similară cu arterele, cu excepția faptului că tunica externă a venelor este mai groasă, iar tunica medie este mai subțire. Deoarece sângele care curge printr-o venă nu este sub presiune, curgerea sa este lină, în comparație cu sângele din artere, care pulsează. Deoarece sângele curge cu presiune mai mică, pereții venelor nu trebuie să fie atât de rezistenți ca cei ai arterelor.

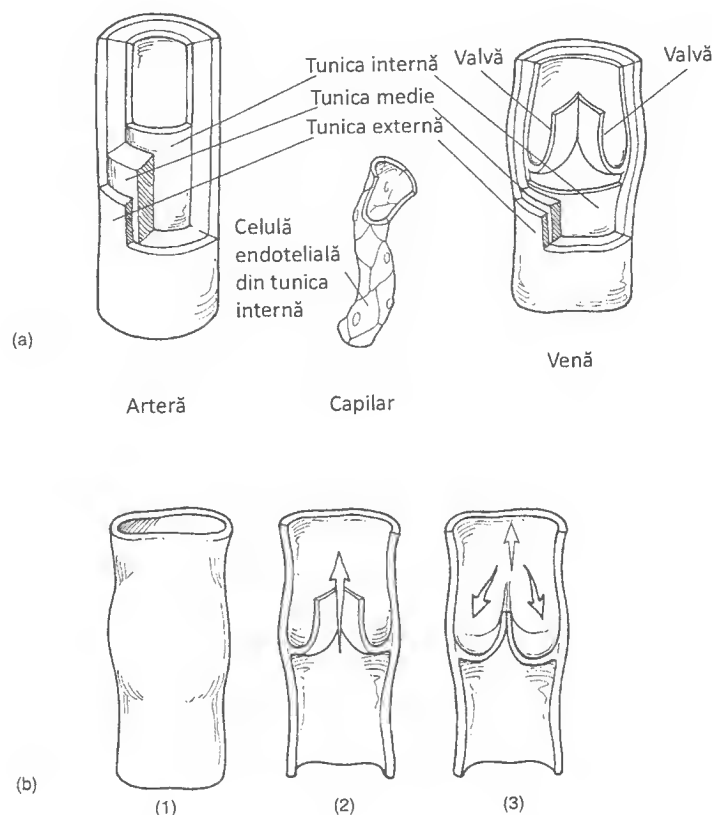
Pentru a ajuta curgerea sângelui, multe vene prezintă pliuri ale stratului intern, care formează **valve**. Valvele previn refluxul sângelui venos, în special la nivelul membrelor inferioare (Figura 15.8). Când valvele slăbesc, sângele se scurge înapoi, iar presiunea sângelui dilată peretele venos. Venele dilatate se numesc **vene varicoase**. Înnălbirea în vârstă, statul prelungit în picioare și sarcina contribuie la dezvoltarea venelor varicoase.

Venele servesc drept rezervoare de sânge, deoarece conțin o mare parte din sângele organismului. Aproximativ 60% din volumul sanguin se află în vene și venule.

## PRESIUNEA ARTERIALĂ ȘI PULSUL

Presiunea arterială reprezintă presiunea exercitată de sânge asupra pereților vasculari. Presiunea arterială este determinată de debitul cardiac (cu cât debitul cardiac este mai

mare, cu atât presiunea arterială este mai mare), precum și de rezistența la fluxul sanguin. Aceasta apare datorită vâscozității sângelui, lungimii vaselor de sânge și a diametrului vaselor sanguine.



**FIGURA 15.8** Vasele sanguine și valve. (a) Structura comparată a arterei, venei și capilarului. Se observă cele trei tunici care alcătuiesc peretele arterelor și al venelor; prin comparație, peretele capilarului este format dintr-un singur strat de celule, ce alcătuiește tunica internă. Pereții arterei sunt mai groși decât cei venoși, pentru a rezista la presiunea sângelui. (b) Arterele și capilarele nu au valve; valvele sunt prezente doar în vene. În venă, zona unde este situată valva (1) este dilatată. Valva se deschide când trece sângele (2), iar apoi lambele valvei se unesc (3), închizând-o și prevenind refluxul sângelui.

Presiunea arterială poate fi măsurată cu **sfigmomanometrul**, care conține o coloană de mercur (Hg) ce se ridică, odată cu presiunea din manșeta care se umflă la nivelul brațului, deasupra valorii de 160 mmHg când comprimă arterele. Apoi se folosește un stetoscop pentru a asculta curgerea sângelui în artera ulnară. Manșeta se dezumflă, până când se aud sunetele datorate curgerii turbulente, numite **zgomotele lui Korotkoff**. Acestea reprezintă **presiunea sistolică** (presiunea care apare în timpul sistolei), care în mod normal este de aproximativ 120 mmHg. În timpul diastolei, sângele continuă să exercite presiune asupra pereților vasculari, iar zgomotele Korotkoff încă se mai aud. Se dezumflă manșeta până când nu se mai aud zgomotele Korotkoff și se notează presiunea la care ele dispar. Această presiune, **presiunea diastolică**, este suficientă pentru a ridica coloana de mercur la aproximativ 80 mmHg. Prin urmare, presiunea arterială medie a



unei persoane, poate fi exprimată ca presiune sistolică „per” presiune diastolică, sau „120/80”. Numeroase afecțiuni pot crește sau scădea presiunea arterială. De exemplu, îngustarea lumenului arterial poate crește semnificativ presiunea arterială.

Ventriculul stâng al inimii se contractă și se relaxează, împingând sângele în artere și determinând **pulsul**, o undă de presiune în artere. Pulsul este mai puternic în apropierea inimii și mai slab pe măsură ce sângele se îndepărtează de inimă. În mod obișnuit pulsul se măsoară la nivelul arterei radiale, la încheietura mâinii, dar se poate măsura și pe artera carotidă și poplitee. Pulsul are aceeași frecvență cu cea cardiacă, iar media este de aproximativ 70-75 de bătăi pe minut. Un puls rapid reflectă o frecvență cardiacă rapidă, situație numită **tahicardie**. Un puls scăzut reflectă un ritm cardiac scăzut, situație numită **bradicardie**.

Volumul de sânge din circulație este de aproximativ cinci litri. O scădere a acestui volum, de exemplu datorită unei sângerări excesive, poate determina scăderea presiunii arteriale. Scăderea frecvenței cardiace poate determina de asemenea scăderea presiunii arteriale, deoarece volumul de sânge pompat de inimă este mai mic.

## REGLAREA FLUXULUI CARDIAC

Homeostazia organismului presupune ca fluxul sanguin să fie reglat, iar presiunea arterială să fie menținută într-un anumit interval. Presiunea arterială crescută poate afecta inima, creierul, rinichii și alte organe, în timp ce presiunea arterială scăzută poate duce la un aport insuficient de oxigen și nutrienți la nivel celular.

Fluxul sanguin poate fi reglat de centrii reglatori din creier sau din alte regiuni ale sistemului nervos, și de diferite substanțe chimice prezente în organism. **Centrul vasomotor** este alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici situați în medulla oblongata (bulbul rahidian) a creierului. Din acest centru pornesc impulsuri spre mușchii netezi din pereții arteriolelor și, astfel, se controlează diametrul vaselor sanguine și presiunea sanguină. Acest control ajută la menținerea unei presiuni arteriale constante în organism. Scăderea numărului impulsurilor simpatice determină vasodilatație și o presiune arterială mai mică.

O altă formă de reglare este prin intermediul **baroreceptorilor**. Aceștia sunt grupuri de neuroni situați în arterele mari ale gâtului și toracelui, ca aorta și arterele carotidiene. Baroreceptorii trimit impulsuri pentru a crește sau a scădea activitatea miocardului, și astfel reglează fluxul sanguin. Ei trimit impulsuri și la centrul vasomotor și controlează indirect circulația prin vasodilatație sau vasoconstricție.

Anumiți neuroni sunt sensibili la unele substanțe chimice din sânge. Acești neuroni, numiți **chemoreceptori**, sunt grupați în două mase de țesut, localizate la nivelul ramificației arterei carotide comune în arterele carotide externă și internă. Grupările sunt numite **corpusculi carotidieni**. Alți chemoreceptori se găsesc în **corpusculii aortici**, mici mase de țesut localizate în apropierea aortei. Chemoreceptorii reacționează la concentrații anormale de oxigen, dioxid de carbon și ioni de hidrogen din sânge. Ei transmit impulsuri centrului vasomotor, care reglează fluxul sanguin.

Circulația poate fi reglată, de asemenea, de centrii din **cortexul cerebral**. De exemplu, în cursul perioadelor de furie intensă, neuronii corticali trimit impulsuri la hipotalamus și apoi la centrul vasomotor. În timpul episoadelor de depresie profundă, prin aceeași cale, presiunea sanguină poate fi scăzută.

Anumite substanțe chimice pot afecta presiunea arterială, producând vasoconstricție. Două exemple de substanțe care acționează în acest fel sunt **epinefrina (adrenalina)** și **norepinefrina (noradrenalina)**. Ambele sunt hormoni produși de glandele suprarenale și pot crește frecvența cardiacă și astfel fluxul sanguin. Alt hormon, **hormonul anti-diuretic** (Capitolul 13), eliberat de hipofiza posterioară, determină vasoconstricție prin reglarea cantității de apă din sânge.

Autoreglarea sfincterelor precapilare controlează fluxul sanguin în patul capilar, facilitând intrarea unei cantități mai mari de sânge în țesuturile mai active.

## ȘOCUL

**Șocul** este o afecțiune care se manifestă atunci când sistemul cardiovascular nu reușește să furnizeze suficient oxigen și nutrienți celulelor organismului. Această situație poate determina moartea celulară. Hemoragia, deshidratarea, vărsăturile prelungite sau transpirația excesivă pot duce la șoc. Șocul poate fi hipovolemic (volum scăzut datorită pierderii de sânge), obstructiv (obstrucție mecanică a fluxului sanguin, de exemplu cauzată de un tromb) sau septic (leziune toxică datorată microorganismelor).

Câteva dintre simptomele care apar în șoc sunt presiunea sanguină scăzută și tegumentele umede, reci, palide, datorită constricției vaselor de sânge din piele. Un alt simptom caracteristic este transpirația. Persoana devine dezorientată și frecvent își pierde conștiința datorită lipsei oxigenului la nivel cerebral. Frecvent, se poate observa tahicardie. Pulsul este slab și rapid datorită debitului cardiac. Transfuzia sanguină poate fi folosită pentru a corecta simptomatologia șocului hipovolemic.

## TIPURI DE CIRCULAȚIE SANGUINĂ

După cum s-a amintit mai înainte, circulația sanguină este compusă din circulația pulmonară și cea sistemică. Principala arteră din circulația sistemică este aorta, iar principalele vene sunt vena cavă inferioară și superioară. Alte artere din corpul uman își au originea în aortă, imediat după emergența acesteia din ventriculul stâng, pe măsură ce se formează arcul aortic. Aici au originea **arterele coronare**, ce deservește mușchiul cardiac, și arterele principale ale gâtului și capului.

După ce se arcuiește, **aorta** coboară de-a lungul coloanei vertebrale și dă naștere altor **artere sistемice**, care transportă sângele la organe. Figura 15.9 ilustrează localizarea mai multor artere importante, dintre care enumerăm arterele carotide ale gâtului, arterele subclaviculare ale umărului, arterele axilară, brahială, radială și ulnară ale membrului superior, arterele intercostale ale peretelui toracic, arterele frenice ale diafragmului, artera celiacă ce dă naștere arterelor gastrică stângă, splenică și hepatică, artera mezenterică superioară, care se extinde la intestinul subțire, arterele renale, la nivelul rinichilor, arterele iliace comune, la nivelul membrelor inferioare, și artera iliacă externă, care dă naștere arterelor femurală, poplitee și tibială.

După ce sângele a deservit celulele, **capilarele** îl conduc spre venule, vene și în cele din urmă în venele cave. Cele două **vene cave** aduc sângele în atrul drept. Figura 15.10 ilustrează principalele vene ale sistemului venos. Printre cele mai importante sunt venele jugulare ale gâtului, venele axilară, brahială, radială și ulnară din membrul superior,

vene azygos și hemiazygos de la mușchii toracici, venele splenică, mezenterică inferioară și mezenterică superioară de la organele abdominale și venele iliace comune de la nivelul membrelor inferioare.

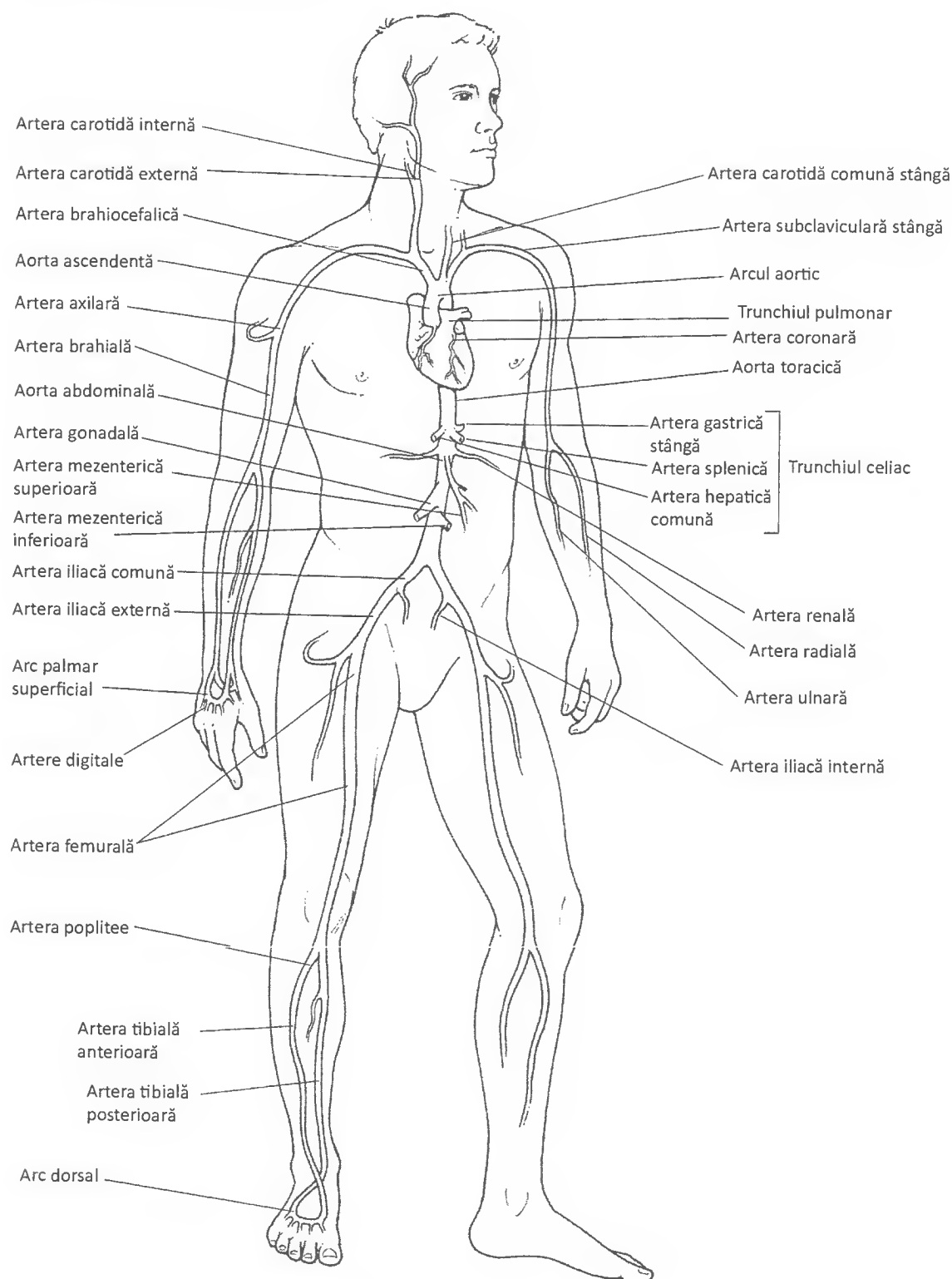


FIGURA 15.9 Principalele artere ale organismului uman.

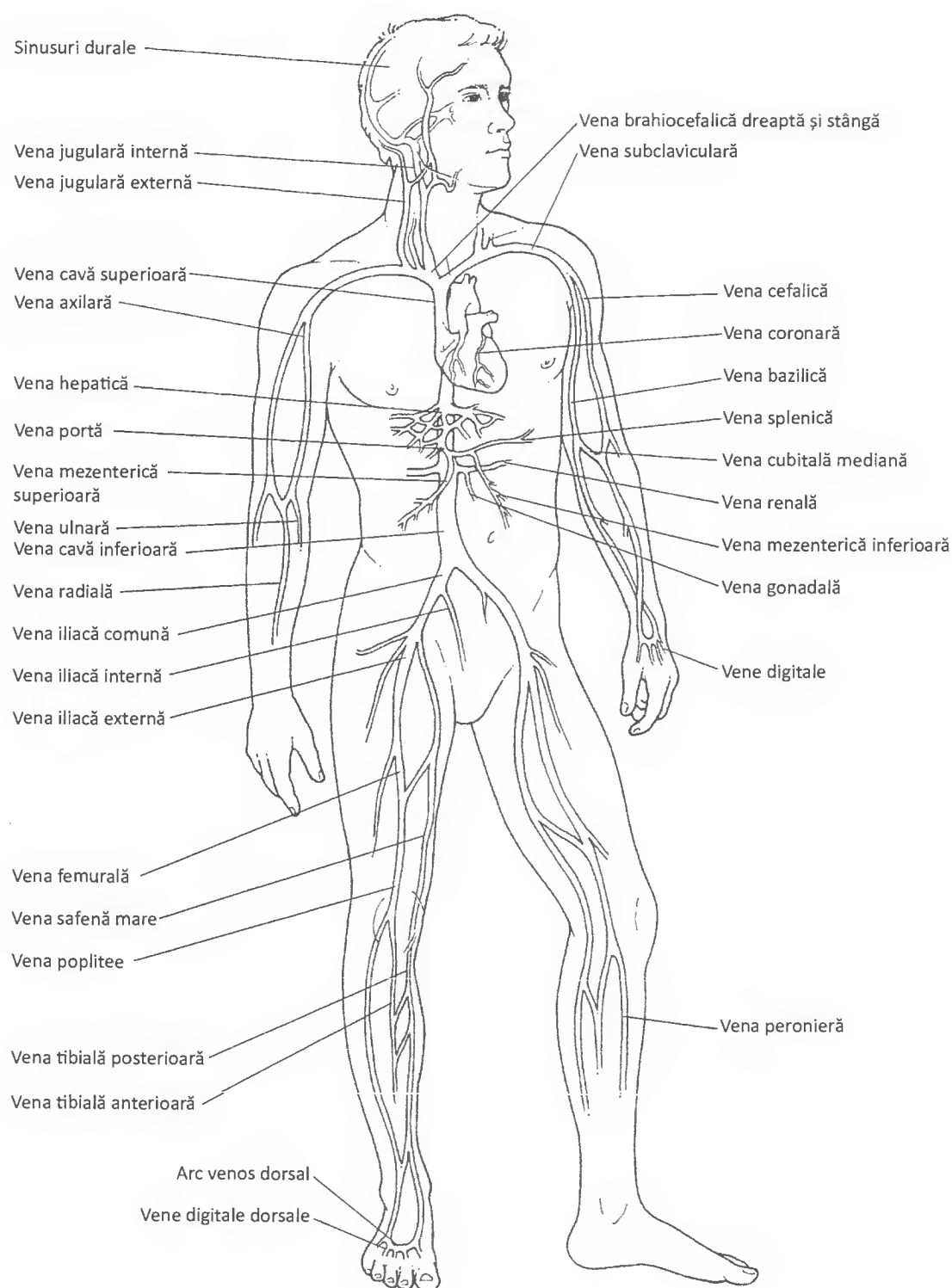


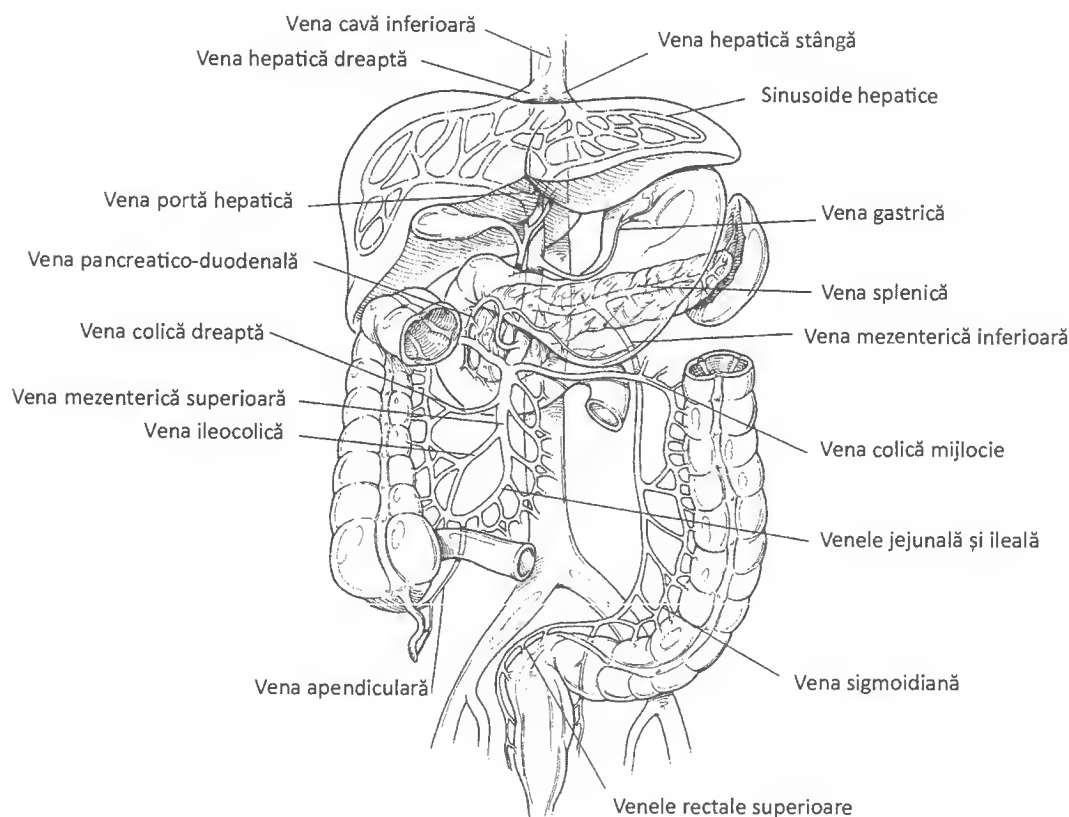
FIGURA 15.10 Principalele vene ale organismului uman, cu excepția venelor pulmonare.

**Circulația pulmonară** transportă sângele din ventriculul drept la țesutul pulmonar și apoi în atrul stâng. Cele două artere pulmonare, ce provin din trunchiul pulmonar, pătrund în cei doi plămâni, iar după ce schimbul gazos s-a efectuat, capilarele se unesc

pentru a forma venele pulmonare. Acestea părăsesc plămânii și duc sângele în atriul stâng. Arterele pulmonare sunt singurele artere care transportă sânge sărac în oxigen, iar venele pulmonare sunt singurele vene care transportă sânge bogat în oxigen.

În organism pot fi întâlnite și alte sisteme circulatorii. De exemplu, **circulația cerebrală** este alcătuită din numeroase vase care pornesc din **poligonul lui Willis**, o structură alcătuită din arterele mari de la baza creierului. Arterele irigă creierul, continuându-se cu vene, care părăsesc creierul.

Un alt sistem circulator este **sistemul port hepatic**, care transportă sângele de la tractul gastrointestinal și splină către ficat (Figura 15.11). Circulația hepato-portală are loc într-o singură direcție. Scopul acesteia este să transporte nutrienții la ficat, pentru prelucrare. Principalul vas al circulației hepato-portale este **vena portă hepatică**, ce se formează în tractul gastrointestinal și merge spre ficat. După ce trece prin ficat, sângele pleacă prin venele hepatice, care apoi se unesc cu vena cavă inferioară. Sângele din sistemul port-hepatic este sărac în oxigen, deoarece a deservit tractul gastrointestinal. Pentru a asigura nutriția propriilor celule, ficatul primește sânge bogat în oxigen prin intermediul arterei hepatice, ramură a aortei.



**FIGURA 15.11** Sistemul port hepatic. Sistemul este alcătuit din vase sanguine care se formează în țesuturile intestinale și în jurul organelor digestive și transportă sânge și nutrienți la ficat. Nutrienții sunt procesați în ficat și apoi eliberați prin vena hepatică, care îi transportă în circulația generală și la celulele din țesuturi.



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

*Secțiunea A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale inimii și vasele sanguine.*

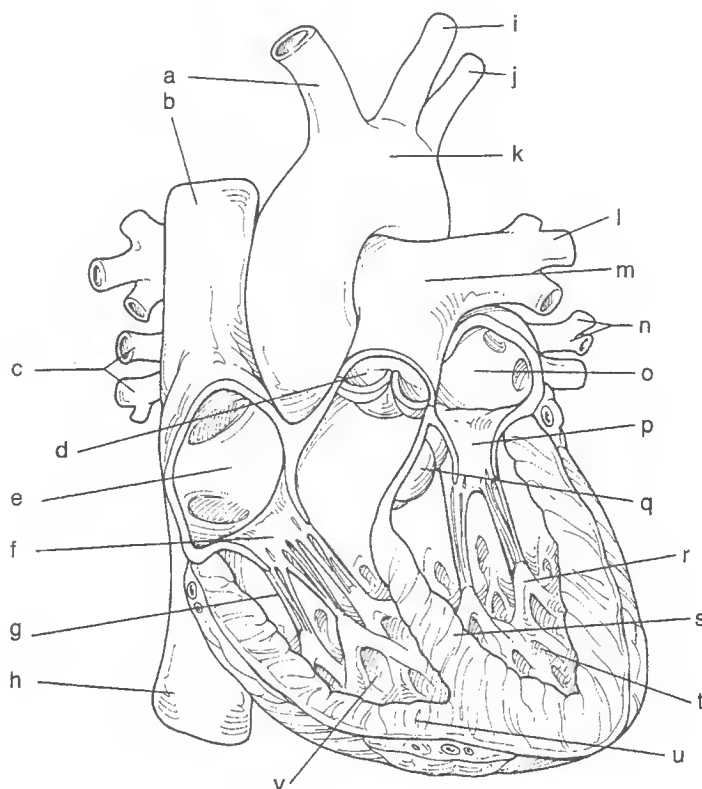
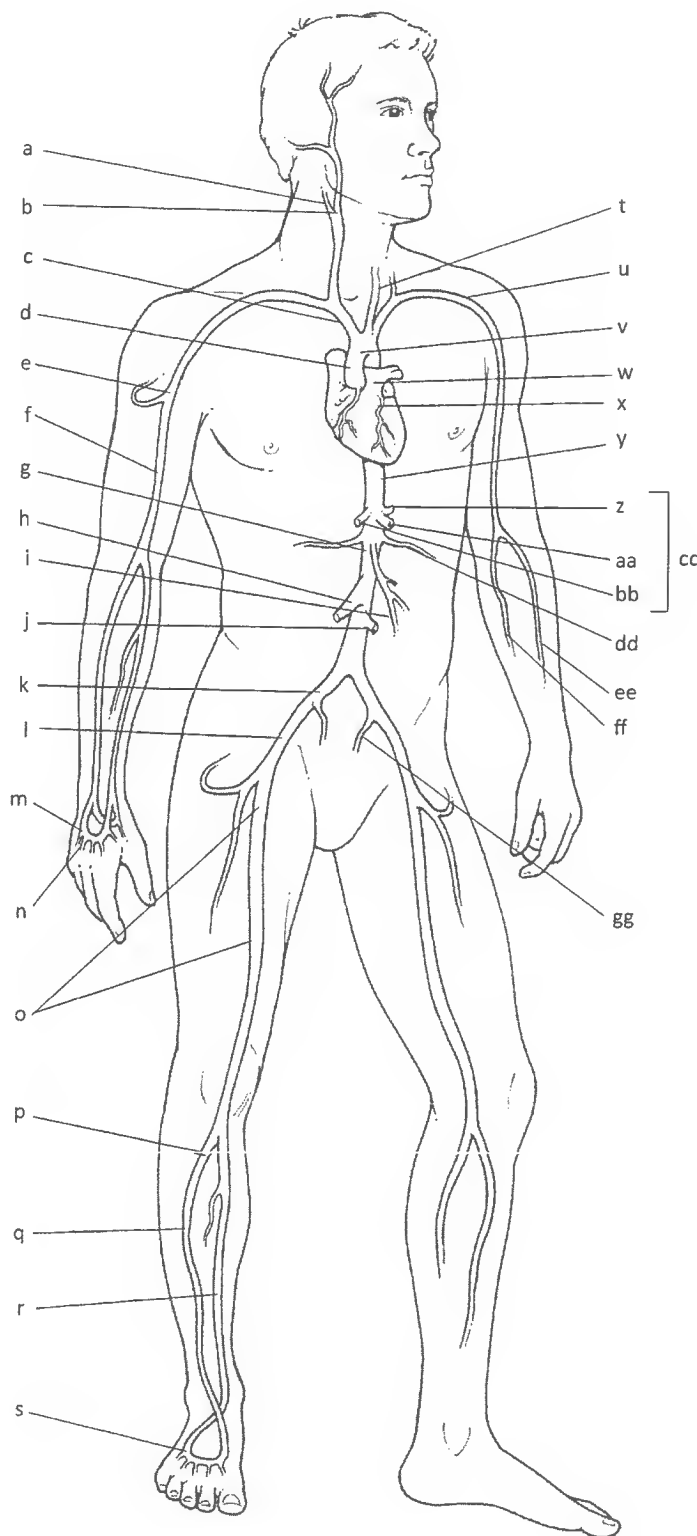


FIGURA 15.12

- |   |  |
|---|--|
| 1. Arcul aortic                               | 12. Artera subclaviculară stângă                 |
| 2. Valva aortică semilunară                   | 13. Ventriculul stâng                            |
| 3. Artera brahiocefalică                      | 14. Miocardul                                    |
| 4. Coardele tendinoase                        | 15. Mușchiul papilar                             |
| 5. Vena cavă inferioară                       | 16. Valva semilunară pulmonară                   |
| 6. Septul interventricular                    | 17. Trunchiul pulmonar                           |
| 7. Valva atrioventriculară stângă (bicuspidă) | 18. Valva atrioventriculară dreaptă (tricuspidă) |
| 8. Atriul stâng                               | 19. Atriul drept                                 |
| 9. Artera carotidă comună stângă              | 20. Arterele pulmonare drepte                    |
| 10. Artera pulmonară stângă                   | 21. Ventriculul drept                            |
| 11. Venele pulmonare stângi                   | 22. Vena cavă superioară                         |

Identificați corect literele corespunzătoare arterelor principale.



- \_\_\_ 1. Aorta abdominală
- \_\_\_ 2. Artera tibială anterioară
- \_\_\_ 3. Arcul aortic
- \_\_\_ 4. Aorta ascendentă
- \_\_\_ 5. Artera axilară
- \_\_\_ 6. Artera brahială
- \_\_\_ 7. Artera brahiocefalică
- \_\_\_ 8. Trunchiul celiac
- \_\_\_ 9. Artera hepatică comună
- \_\_\_ 10. Artera iliacă comună
- \_\_\_ 11. Artera coronară
- \_\_\_ 12. Arterele digitale
- \_\_\_ 13. Arcul dorsal
- \_\_\_ 14. Artera carotidă externă
- \_\_\_ 15. Artera iliacă externă
- \_\_\_ 16. Artera femurală
- \_\_\_ 17. Artera gonadală
- \_\_\_ 18. Artera mezenterică inferioară
- \_\_\_ 19. Artera carotidă internă
- \_\_\_ 20. Artera iliacă internă
- \_\_\_ 21. Artera carotidă comună stângă
- \_\_\_ 22. Artera gastrică stângă
- \_\_\_ 23. Artera subclaviculară stângă
- \_\_\_ 24. Artera poplitee
- \_\_\_ 25. Artera tibială posterioară
- \_\_\_ 26. Trunchiul pulmonar
- \_\_\_ 27. Artera radială
- \_\_\_ 28. Artera renală
- \_\_\_ 29. Artera splenică
- \_\_\_ 30. Arcul palmar superficial
- \_\_\_ 31. Artera mezenterică superioară
- \_\_\_ 32. Aorta toracică
- \_\_\_ 33. Artera ulnară

FIGURA 15.13

*Identificați corect literele corespunzătoare venelor principale.*

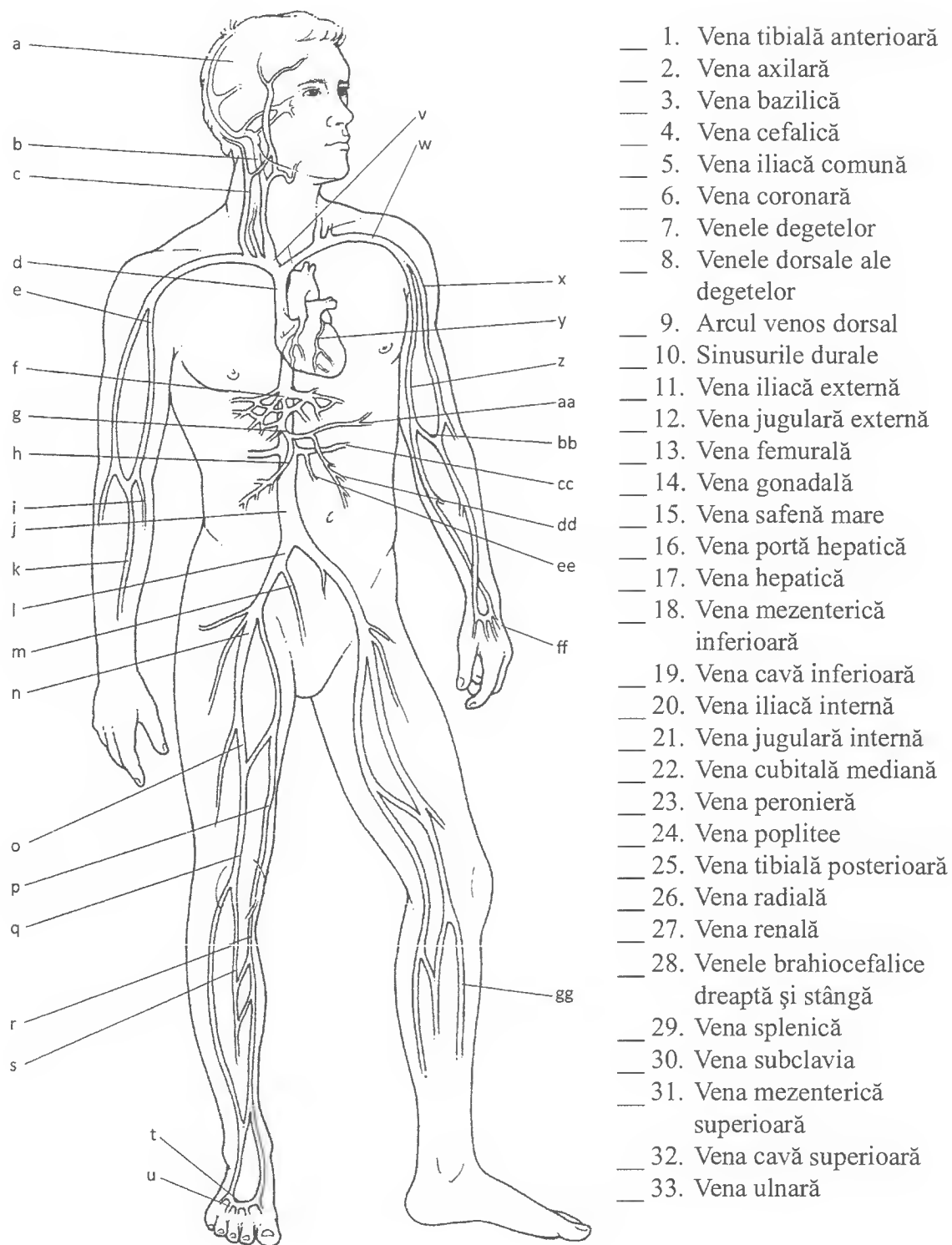


FIGURA 15.14



Identificați corect literele corespunzătoare veselor sistemului port hepatic.

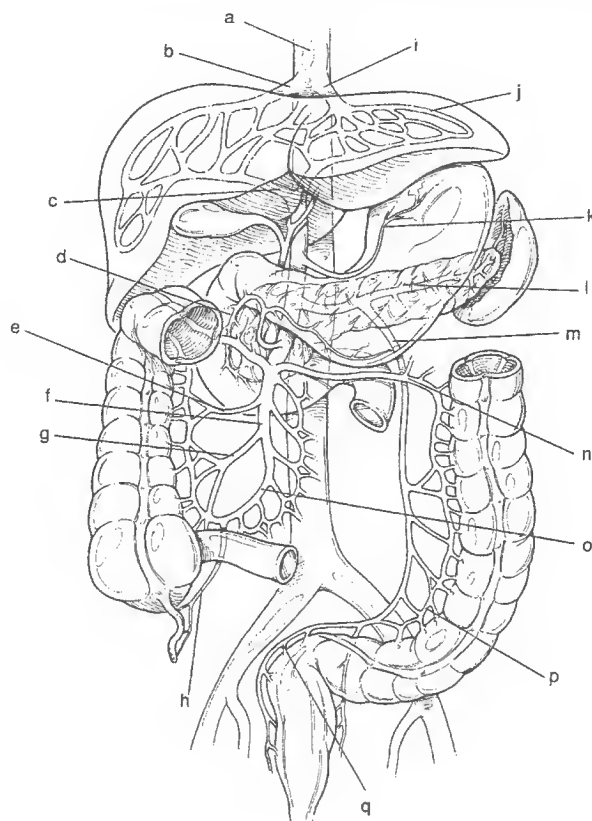


FIGURA 15.15

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| ___ 1. Vena apendiculară           | ___ 10. Vena colică mijlocie        |
| ___ 2. Vena gastrică               | ___ 11. Vena pancreaticoduodenală   |
| ___ 3. Vena portă hepatică         | ___ 12. Vena colică dreaptă         |
| ___ 4. Sinusoidele hepatice        | ___ 13. Vena hepatică dreaptă       |
| ___ 5. Vena ileocolică             | ___ 14. Vena sigmoidiană            |
| ___ 6. Vena mezenterică inferioară | ___ 15. Vena mezenterică superioară |
| ___ 7. Vena cavă inferioară        | ___ 16. Venele rectale superioare   |
| ___ 8. Venele jejunale și ileale   | ___ 17. Vena splenică               |
| ___ 9. Vena hepatică stângă        |                                     |

*Secțiunea B – Completare: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Inima este situată într-o zonă a toracelui numită\_\_\_\_\_.
2. Sacul dublu membranar care înconjoară inima se numește\_\_\_\_\_.
3. Inima are trei straturi de țesut; stratul mijlociu, cel mai gros, este numit \_\_\_\_\_.
4. Stratul inimii ce delimitează cavitățile și acoperă valvele cardiace este \_\_\_\_\_.
5. Cavitățile inimii sunt separate de un perete longitudinal numit \_\_\_\_\_.
6. Cavitățile de umplere ale inimii sunt \_\_\_\_\_.
7. Prelungirea plată, încrețită a atriului, care crește capacitatea atrială, este \_\_\_\_\_.
8. Cele două vene cave intră în atriul drept împreună cu o a treia venă, numită \_\_\_\_\_.
9. Cavitățile cu rol de pompă ale inimii sunt \_\_\_\_\_.
10. Sângele se întoarce la inimă din plămâni prin intermediul \_\_\_\_\_.
11. Artera mare care transportă sânge din ventriculul stâng spre organism este \_\_\_\_\_.
12. Vasele sanguine care transportă sângele de la inimă sunt \_\_\_\_\_.
13. Vasele sanguine care transportă sângele spre inimă sunt \_\_\_\_\_.
14. În partea dreaptă a inimii, valva dintre atriul drept și ventriculul drept este \_\_\_\_\_.
15. În partea stângă a inimii, valva bicuspidă are două cuspiduri, și este cunoscută sub numele de \_\_\_\_\_.
16. Cuspidurile valvelor cardiace sunt ancorate de peretele ventricular prin cordoane de țesut denumite \_\_\_\_\_.
17. Valvele situate la emergența aortei și a trunchiului pulmonar sunt denumite \_\_\_\_\_.
18. Arterele ce vascularizează inima sunt \_\_\_\_\_.
19. Obstrucția vaselor ce deservește miocardul poate cauza un \_\_\_\_\_.
20. Celulele musculare cardiace sunt conectate între ele prin joncțiuni numite \_\_\_\_\_.

21. Nodul sinoatrial al inimii se găsește în peretele \_\_\_\_\_.
22. Deoarece nodul sinoatrial determină ritmul activității cardiace, el este cunoscut sub numele de \_\_\_\_\_.
23. Fibrele musculare cardiace specializate din septul interventricular, care distribuie impulsurile nervoase spre țesutul ventricular, sunt \_\_\_\_\_.
24. Al doilea nod principal al inimii primește impulsuri de la nodul sinoatrial și este numit \_\_\_\_\_.
25. Complexul QRS de pe ECG reflectă activitatea electrică a \_\_\_\_\_.
26. Activitatea ritmică a inimii poate fi modificată de o parte a sistemului nervos denumită \_\_\_\_\_.
27. Con tracția inimii este cunoscută sub numele alternativ de \_\_\_\_\_.
28. Perioadele de relaxare ale inimii, când nu apar contracții, sunt cunoscute ca \_\_\_\_\_.
29. În mod normal, inima bate în fiecare minut de aproximativ \_\_\_\_\_.
30. Zgomotele anormale ale inimii, de exemplu cele emise de valvele care nu funcționează normal, sunt denumite \_\_\_\_\_.
31. Cele mai mici vase care transportă sânge la celule sunt \_\_\_\_\_.
32. Stratul intern al arterelor se numește \_\_\_\_\_.
33. Lumenul arterial poate fi îngustat prin \_\_\_\_\_.
34. Curgerea sângelui în patul capilar este controlată de un mușchi neted circular denumit \_\_\_\_\_.
35. Prin unirea capilarelor se formează un vas cunoscut sub numele de \_\_\_\_\_.
36. Frecvent, stratul intern al unei vene se pliază spre interior și formează o \_\_\_\_\_.
37. Venele dilatate în care sângele se acumulează determină o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
38. Presiunea sanguină poate fi măsurată cu un instrument numit \_\_\_\_\_.
39. O măsurătoare obișnuită a presiunii sanguine conține două valori, dintre care prima este presiunea sistolică, iar a doua este \_\_\_\_\_.
40. Un puls rapid reflectă o frecvență cardiacă crescută, numită \_\_\_\_\_.
41. Un puls lent reflectă o frecvență cardiacă scăzută, numită \_\_\_\_\_.
42. Volumul sanguin din circulația unui adult este de aproximativ \_\_\_\_\_.

43. Centrul reglator din creier alcătuit dintr-un grup de neuroni simpatici, cu rol în menținerea fluxului sanguin, este numit \_\_\_\_\_.
44. Neuronii din arterele gâtului și ale toracelui ajută la reglarea fluxului sanguin și sunt denumiți \_\_\_\_\_.
45. Două exemple de substanțe chimice care afectează presiunea sanguină, producând vasoconstricție, sunt epinefrina și \_\_\_\_\_.
46. O cantitate insuficientă de oxigen și nutrienți la nivel celular poate cauza o afecțiune numită \_\_\_\_\_.
47. Singura arteră din organism care transportă sânge sărac în oxigen este \_\_\_\_\_.
48. Venele din organism care transportă sânge bogat în oxigen sunt \_\_\_\_\_.
49. Structura alcătuită din arterele de la baza creierului se numește \_\_\_\_\_.
50. Vena care transportă nutrienți de la tractul gastrointestinal la ficat este \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Toate afirmațiile care urmează se aplică inimii, *cu excepția*
  - A. este un organ cu formă conică
  - B. cântărește mai puțin de jumătate de kilogram
  - C. este un organ cavitat
  - D. are aproximativ mărimea unui cap de om
2. Pericardul este un sac format din două foițe care
  - A. înconjoară inima
  - B. se continuă cu aorta
  - C. alcătuieste valvele cardiace
  - D. se găsește în capilare
3. În inimă, cea mai mare parte a mușchiului se află în
  - A. endocard
  - B. epicard
  - C. miocard
  - D. pericard
4. Septul interventricular și septul interatrial separă
  - A. cavitățile inimii
  - B. cavitățile pulmonare
  - C. aorta și artera pulmonară
  - D. valvele bicuspidă și tricupidă

5. Sângele care se întoarce la inimă de la organe intră în
  - A. atriul stâng prin aortă
  - B. atriul drept prin venele cave
  - C. ventriculul stâng prin artera pulmonară
  - D. ventriculul drept prin vena pulmonară
6. Circulația sistemică se întinde
  - A. de la inimă la plămâni
  - B. de la inimă la arterele coronare
  - C. de la inimă la organe și țesuturi
  - D. de la tractul gastrointestinal la ficat
7. Singura venă din organism care transportă sânge bogat în oxigen este
  - A. vena coronară
  - B. vena hepatică portă
  - C. vena pulmonară
  - D. vena aortică
8. Toate arterele organismului curg
  - A. spre ficat
  - B. spre creier
  - C. de la plămâni
  - D. de la inimă
9. Valvele semilunare previn curgerea retrogradă a sângelui
  - A. în atri
  - B. în ventricule
  - C. în creier
  - D. în ficat
10. Toate cele ce urmează se aplică valvei bicuspide, *cu excepția*
  - A. se mai numește valvă mitrală
  - B. este o valvă semilunară
  - C. se află în partea stângă a inimii
  - D. previne întoarcerea sângelui în atriul stâng
11. Arterele care vascularizează țesutul cardiac sunt
  - A. arterele renale
  - B. arterele miocardice
  - C. arterele coronare
  - D. venele cave
12. Un blocaj în arterele inimii ce cauzează moartea celulelor musculare cardiace este cunoscut ca
  - A. o embolie
  - B. un infarct
  - C. un abces
  - D. un trohanter

13. Discurile intercalare se află
  - A. între partea dreaptă și stângă a inimii
  - B. între cuspidurile valvei tricuspide
  - C. acolo unde aorta se unește cu artera pulmonară
  - D. între celulele musculare cardiace
14. Care din următoarele afirmații se aplică nodului sinoatrial?
  - A. este o masă de celule nervoase
  - B. produce enzime importante
  - C. generează impulsuri ritmice care contractă inima
  - D. conține valvele bicuspidă și tricupidă
15. Fasciculul His
  - A. se află în aortă
  - B. se continuă cu un grup de fibre Purkinje
  - C. previne refluxul valvei mitrale
  - D. este un grup de artere care alimentează inima
16. Controlul nervos al inimii poate fi exercitat de
  - A. nervi din regiunea toracică a coloanei vertebrale
  - B. nervii cranieni doi și trei
  - C. fibre ale sistemului somatic senzorial
  - D. fibre ale sistemului nervos autonom
17. Aritmia este caracterizată prin
  - A. contracții cardiace rapide
  - B. ritmuri cardiace neregulate
  - C. prolaps de valvă mitrală
  - D. disfuncția valvei semilunare
18. Termenii sistolă și diastolă se referă la
  - A. zgomotele cardiace
  - B. artera și vena principală care merg de la, și spre inimă
  - C. contracțiile și relaxările miocardului
  - D. rata pulsului cardiac
19. Care dintre următoarele reprezintă fluxul sângelui de la inimă spre organe și înapoi la inimă?
  - A. venule → capilare → vene → artere
  - B. artere → capilare → vene
  - C. capilare → arteriole → artere → vene
  - D. vene → artere → capilare
20. Termenul de vasoconstricție se referă la
  - A. creșterea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
  - B. scăderea în dimensiune a lumenului vasului de sânge
  - C. transportul oxigenului și al nutrienților la țesuturile organismului
  - D. transportul produșilor de metabolism la rinichi, pentru excreție

21. Presiunea sanguină se măsoară cu un instrument numit
  - A. electrocardiogramă
  - B. electroencefalograf
  - C. sfigmomanometru
  - D. tomograf computerizat
22. Sângele care curge printr-o venă are tendința de a
  - A. pulsa
  - B. curge lin
  - C. transporta oxigen la celulele organismului
  - D. curge cu o viteză mai mare decât în artere
23. Valoarea pulsului, la un individ normal, este în medie în jur de
  - A. 10 bătăi pe minut
  - B. 40 bătăi pe minut
  - C. 50 bătăi pe minut
  - D. 70 bătăi pe minut
24. Toate cele ce urmează sunt implicate în reglarea fluxului sanguin, *cu excepția*
  - A. hormonului antidiuretic
  - B. epinefrinei și norepinefrinei
  - C. chemoreceptorilor
  - D. enzimelor din glandele salivare
25. Vena portă hepatică transportă sânge
  - A. de la inimă la ficat
  - B. de la ficat la splină
  - C. de la tractul gastrointestinal la ficat
  - D. de la ficat la tractul gastrointestinal

**Secțiunea D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Inima este localizată aproximativ între a doua și a cincea coastă și posterior de coloana vertebrală.
2. Pericardul este un sac format din două foițe (membrane); foița externă este pericardul visceral.
3. Tunica cea mai importantă a inimii este stratul muscular, cunoscut sub numele de endocard.
4. Cele două cavități inferioare ale inimii sunt atriile.
5. Sângele se întoarce din organism prin intermediul venelor cave superioară și inferioară, care se golesc în atriul stâng.
6. Sângele care se întoarce de la mușchiul cardiac intră în sinusul ventricular.

### 370 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

7. Sângele merge spre plămâni după ce părăsește ventriculul drept.
8. Aorta, cea mai mare arteră din organism, primește sânge din ventriculul drept.
9. Valva tricuspidă se află între atriul stâng și ventriculul stâng.
10. Valvele situate la emergența arterei pulmonare și a aortei se numesc valve semilunare.
11. Valvele atrioventriculare previn refluxul sângelui spre ventricule.
12. Celulele din mușchiul cardiac care mor pot forma un blocaj cunoscut ca tromboză coronariană.
13. Impulsurile de contracție a miocardului sunt generate inițial la nivelul nodului atrioventricular.
14. Fibrele Purkinje se ramifică din fasciculul His și conduc impulsurile spre ventricule.
15. Unda P de pe ECG reprezintă contracția ventriculelor.
16. Afecțiunea în care inima se contractă repede și neregulat se numește aritmie.
17. Perioada de relaxare dintre contracțiile ventriculare este denumită sistolă.
18. Inima bate de aproximativ 70-75 de ori în fiecare secundă.
19. Un suflu cardiac este de obicei datorat zgomotelor cardiace neobișnuite care apar datorită activității inadecvate a miocardului.
20. Cele mai mici vase din organism sunt cunoscute sub numele de venule.
21. Îngustarea lumenului arterial se numește vasodilație.
22. Afecțiunea denumită vene varicoase se datorează de obicei activității inadecvate a sfincterelor venoase.
23. O frecvență a pulsului mai mare decât normal reflectă o tulburare numită tahicardie.
24. Corpii carotidieni și aortici conțin neuroni numiți baroreceptori, care ajută la reglarea presiunii arteriale.
25. Singura arteră care transportă sânge bogat în dioxid de carbon este artera pulmonară.

#### ***Secțiunea E – Studiu de caz***

Stenson a avut un accident de mașină și a pierdut mult sânge. Când a ajuns la spital, la urgență, pulsul său era slab și rapid. Din punct de vedere al debitului cardiac, explicați de ce pulsul său ar fi greu de detectat și foarte rapid în același timp.



---

## RĂSPUNSURI

---

### Secțiunea A

#### Figura 15.12

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. k | 9. i  | 17. m |
| 2. q | 10. l | 18. f |
| 3. a | 11. n | 19. e |
| 4. g | 12. j | 20. c |
| 5. h | 13. t | 21. v |
| 6. s | 14. u | 22. b |
| 7. p | 15. r |       |
| 8. o | 16. d |       |

#### Figura 15.13

- |       |        |        |
|-------|--------|--------|
| 1. g  | 12. n  | 23. u  |
| 2. q  | 13. s  | 24. p  |
| 3. v  | 14. b  | 25. r  |
| 4. d  | 15. l  | 26. w  |
| 5. e  | 16. o  | 27. ee |
| 6. f  | 17. h  | 28. dd |
| 7. c  | 18. j  | 29. aa |
| 8. cc | 19. a  | 30. m  |
| 9. bb | 20. gg | 31. i  |
| 10. k | 21. t  | 32. y  |
| 11. x | 22. z  | 33. ff |

#### Figura 15.14

- |       |        |        |
|-------|--------|--------|
| 1. s  | 12. c  | 23. gg |
| 2. e  | 13. o  | 24. q  |
| 3. z  | 14. ee | 25. r  |
| 4. x  | 15. p  | 26. k  |
| 5. l  | 16. g  | 27. cc |
| 6. y  | 17. f  | 28. v  |
| 7. ff | 18. dd | 29. aa |
| 8. u  | 19. j  | 30. w  |
| 9. t  | 20. m  | 31. h  |
| 10. a | 21. b  | 32. d  |
| 11. n | 22. bb | 33. i  |

**Figura 15.15**

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. h | 7. a  | 13. b |
| 2. k | 8. o  | 14. p |
| 3. c | 9. i  | 15. f |
| 4. j | 10. n | 16. q |
| 5. g | 11. d | 17. l |
| 6. m | 12. e |       |

**Secțiunea B – Completare**

- |                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1. mediastin               | 26. sistemul nervos autonom    |
| 2. pericard                | 27. sistolă                    |
| 3. miocard                 | 28. diastolă                   |
| 4. endocardul              | 29. 70-75 de ori               |
| 5. sept cardiac            | 30. sufluri                    |
| 6. atriile                 | 31. capilarele                 |
| 7. auricula                | 32. endoteliu (tunica internă) |
| 8. sinusul coronar         | 33. vasoconstricție            |
| 9. ventriculele            | 34. sfincter precapilar        |
| 10. venelor pulmonare      | 35. venulă                     |
| 11. aorta                  | 36. valvă                      |
| 12. arterele               | 37. vene varicoase             |
| 13. venele                 | 38. sfigmomanometru            |
| 14. valva tricuspidă       | 39. presiunea diastolică       |
| 15. valvă mitrală          | 40. tahicardie                 |
| 16. cordaje tendinoase     | 41. bradicardie                |
| 17. valve semilunare       | 42. 5 litri                    |
| 18. arterele coronare      | 43. centrul vasomotor          |
| 19. infarct miocardic      | 44. baroreceptori              |
| 20. discuri intercalare    | 45. norepinefrina              |
| 21. atriului drept         | 46. șoc                        |
| 22. stimulator cardiac     | 47. artera pulmonară           |
| 23. fibrele Purkinje       | 48. venele pulmonare           |
| 24. nodul atrioventricular | 49. poligonul lui Willis       |
| 25. ventriculelor          | 50. vena portă hepatică        |

**Secțiunea C – Întrebări cu răspuns la alegere**

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. C  | 11. C | 16. D | 21. C |
| 2. A | 7. C  | 12. B | 17. B | 22. B |
| 3. C | 8. D  | 13. D | 18. C | 23. D |
| 4. A | 9. B  | 14. C | 19. B | 24. D |
| 5. B | 10. B | 15. B | 20. B | 25. C |

**Secțiunea D – Adevărat/Fals**

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| 1. anterior            | 14. A               |
| 2. parietal            | 15. atriilor        |
| 3. miocard             | 16. fibrilație      |
| 4. ventriculele        | 17. diastolă        |
| 5. drept               | 18. minut           |
| 6. coronar             | 19. valvelor        |
| 7. A                   | 20. capilare        |
| 8. stâng               | 21. vasoconstricție |
| 9. bicuspidă (mitrală) | 22. valvelor        |
| 10. A                  | 23. A               |
| 11. atrii              | 24. chemoreceptori  |
| 12. infarct miocardic  | 25. A               |
| 13. sinoatrial         |                     |

**Secțiunea C – Studiu de caz**

Pierderea de sânge l-a făcut pe Stenton să aibă un volum sanguin scăzut. În condițiile unei presiuni arteriale scăzute datorită volumului sanguin scăzut, pentru a menține un debit cardiac adecvat, inima sa bate mai repede. Volumul sanguin scăzut face ca pulsul său să fie slab și greu de detectat.





# Sistemul limfatic și imun

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă sistemul limfatic și sistemul imun. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- rezumați funcțiile sistemului limfatic;
- asociați anatomia vaselor limfatice cu funcția lor;
- caracterizați limfa;
- faceți legătura între morfologia celulelor limfoide și funcția lor;
- descrieți nodulii limfatici, amigdalele, timusul și splina;
- explicați dezvoltarea sistemului imun și a răspunsului imun;
- deosebiți imunitatea mediată celular de cea mediată prin anticorpi;
- caracterizați antigenele și autoantigenele;
- deosebiți între ele limfocitele T și limfocitele B din punct de vedere al rolului pe care îl au în organism;
- rezumați selecția clonală a limfocitelor B;
- deosebiți clasele de anticorpi;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Sistemul limfatic: vasele și nodulii limfatici
- Timusul
- Splina
- Limfa
- Sistemul imun: dezvoltare și antigene
- Răspunsul imun: imunitatea mediată celular și cea mediată prin anticorpi
- Întrebări recapitulative

Sistemul limfatic, în mod similar sistemului cardiovascular, asigură nutrienți celulelor din țesuturi precum și îndepărtarea reziduurilor metabolice de la nivelul acestora. Spre deosebire de sistemul cardiovascular, sistemul limfatic este unidirecțional, adică se formează în țesuturi și se extinde spre inimă. Vasele și organele sistemului limfatic reintegrează limfa din țesuturi, în circulația sanguină, pentru a fi reutilizată.

Sistemul imun este în strânsă legătură cu sistemul limfatic, acesta din urmă fiind responsabil de apărarea specifică a organismului împotriva microorganismelor și a moleculelor străine.

Sistemul imun funcționează prin intermediul celulelor sistemului limfatic; produșii sistemului imun sunt de obicei transportați în vasele limfatice și în sânge.

## SISTEMUL LIMFATIC

Sistemul limfatic este alcătuit din limfă, vasele limfatice și țesuturile limfoide. Funcția sistemului limfatic presupune întoarcerea limfei din spațiile intercelulare, în sistemul circulator (Figura 16.1).

### VASELE LIMFATICE

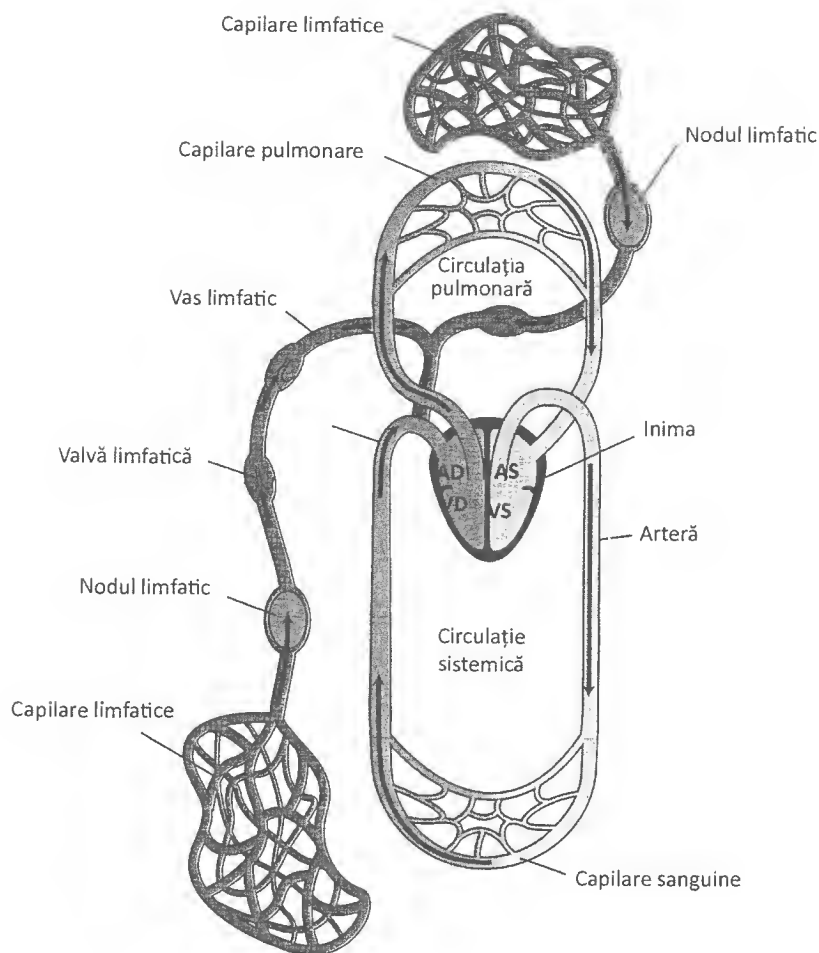
Vasele limfatice sunt structuri cu pereți subțiri, răspândite în întreg organismul. Ele iau naștere ca o rețea tubulară la nivelul țesuturilor și sunt mai numeroase în tegumente, în special în derm. Vasele microscopice care alcătuiesc rețeaua se numesc **capilare limfatice**. Acestea au un strat endotelial și, din acest punct de vedere, seamănă cu capilarele sanguine. Totuși ele sunt mai permeabile decât capilarele sanguine și astfel pot drena fluidul interstițial din țesuturi. Acest fluid se numește **limfă**.

Capilarele limfatice transportă limfa din țesuturi în vase limfatice mai mari. Vasele limfatice la rândul lor se unesc pentru a forma vase și mai mari, care în final formează **ductul toracic**, cel mai mare vas limfatic din organism. Ductul toracic se formează în cavitatea abdominală și are traseu ascendent în torace, anterior față de vertebre și dorsal față de esofag. Pe măsură ce se apropie de gât, ductul toracic se curbează spre stânga și își golește conținutul în vena subclaviculară stângă. Ductul toracic drenează toată zona subdiafragmatică și jumătatea stângă supradiafragmatică a organismului.

Jumătatea dreaptă supradiafragmatică este drenată de un alt vas mare, numit **ductul limfatic drept** (Figura 16.2). Acest duct se unește cu vena subclaviculară dreaptă la baza acesteia și își golește conținutul în sistemul cardiovascular. Deoarece atât ductul toracic cât și ductul limfatic drept înapoiază fluide din țesuturi în sistemul cardiovascular, în sistemul limfatic fluidul curge doar într-o singură direcție.

Vasele limfatice au numeroase valve. Valvele favorizează curgerea limfei într-o singură direcție și acționează asemănător valvelor venoase (Capitolul 15). În vasele limfatice, mișcare fluidului este ajutată de presiunea exercitată de musculatura scheletică contractilă asupra pereților vaselor. Vasele limfatice sunt adaptate pentru îndepărtarea moleculelor mari, în special a proteinelor.

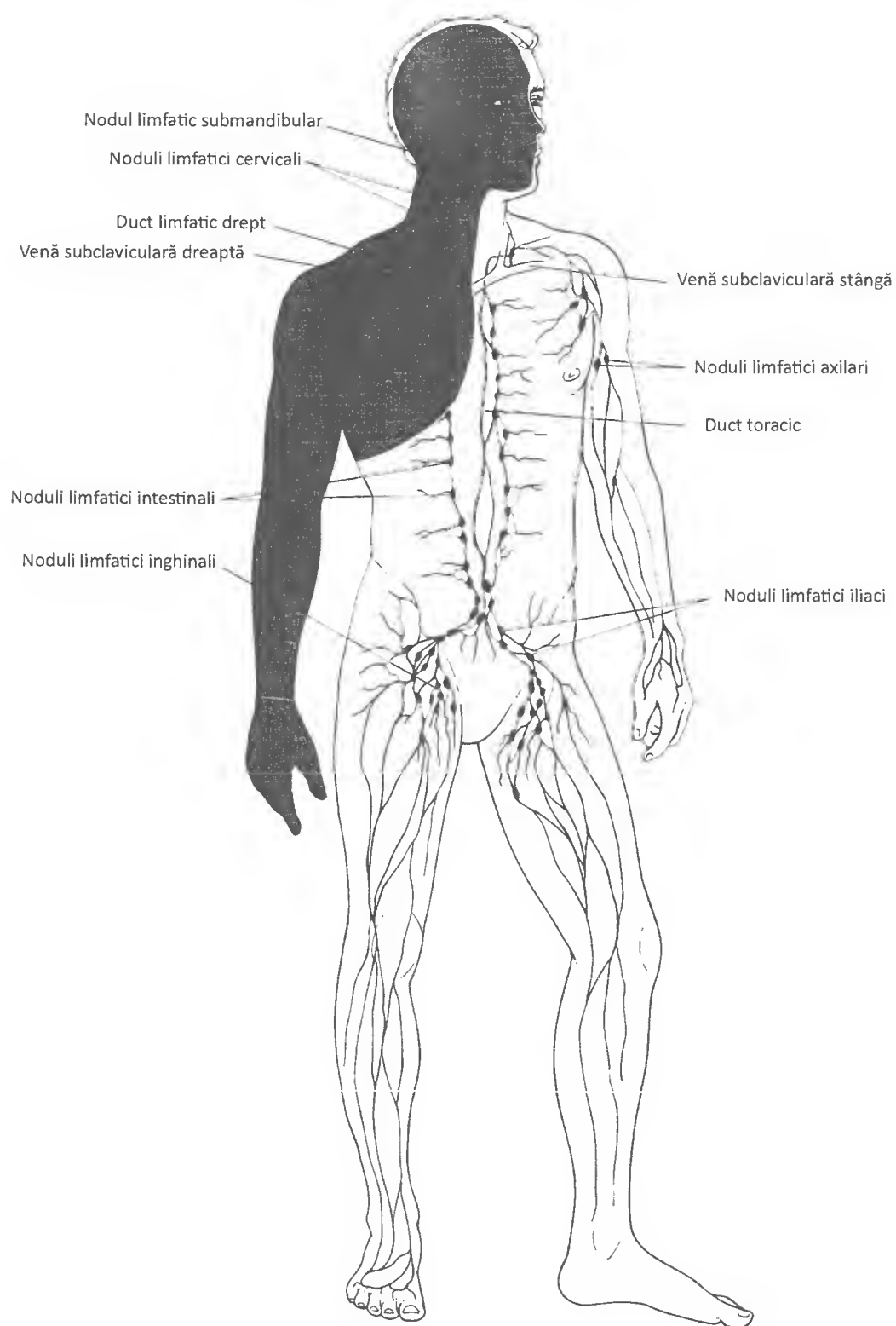
**DE REȚINUT**  
Limfa curge unidirecțional, de la țesuturi la inimă.



**FIGURA 16.1** Sistemul limfatic și legătura sa cu sistemul circulator. Fluidele trec din sistemul circulator în țesuturi și, în timp ce, cea mai mare parte a sa se reîntoarce în sistemul circulator, o fracțiune mai mică pătrunde și în capilarele limfatice, și se întoarce în circulație pe această cale. Sistemul limfatic este, așadar, unidirecțional.

## NODULII LIMFATICI

Înainte ca limfa să intre în circulație, ea trece prin **nodulii limfatici**, mase de țesut delimitate de o capsulă (Tabelul 16.1). Nodulii limfatici asigură filtrarea limfei înainte ca aceasta să se întoarcă în circulația sanguină. Nodulii limfatici sunt dispuși de-a lungul căilor limfatice mari și servesc drept filtre pentru limfă. Vasele care intră în nodulii limfatici se numesc **vase limfatice aferente**, iar vasele care părăsesc nodulii limfatici se numesc **vase limfatice eferente** (Figura 16.3). Nodulii limfatici mai conțin două tipuri de celule, numite **limfocite T** și **limfocite B**. Aceste celule stau la baza sistemului imun al organismului. Cele două regiuni distincte ale nodulului limfatic sunt regiunea corticală și cea medulară. **Cortexul**, regiunea externă, conține grupuri de limfocite organizate în foliculi. În centrul foliculilor se află zone numite centri germinali. Celulele care predomină în această zonă sunt limfocitele B, iar restul celulelor corticale sunt limfocite T.



**FIGURA 16.2** Sistemul limfatic uman este alcătuit din vase limfatice și noduli limfatici, distribuiți în tot organismul, după cum este ilustrat. Zona întunecată este aria drenată de ductul limfatic drept, iar zona necolorată este cea drenată de ductul toracic.



Extensii ale capsulei împart nodulul limfatic în **lobuli** mai mici. În interiorul lobulilor, țesutul conjunctiv, reprezentat de **fibrele de reticulină**, susțin principalele celule ale nodulului limfatic, limfocitele B și T. Spațiile libere din lobulii limfatici, numite **sinusuri limfatice**, sunt zone prin care circulă limfa și care conțin puține celule. În cortexul nodulului limfatic limfocitele sunt dispuse dens, iar în regiunea centrală, numită **medulară**, ele sunt dispuse mai rar (zona conține mai puține limfocite).

TABELUL 16.1 PRINCIPALELE ORGANE ALE SISTEMULUI LIMFATIC

Organ	Funcție principală
Vase limfatice	Transportă limfa de la țesuturile periferice la venele sistemului cardiovascular
Noduli limfatici	Monitorizează compoziția limfei; locul celulelor care înglobează agenții patogeni; răspuns imun
Splină	Monitorizează sângele circulant; locul celulelor care înglobează agenți patogeni; locul celulelor care reglează răspunsul imun
Timus	Controlează dezvoltarea și maturarea limfocitelor T

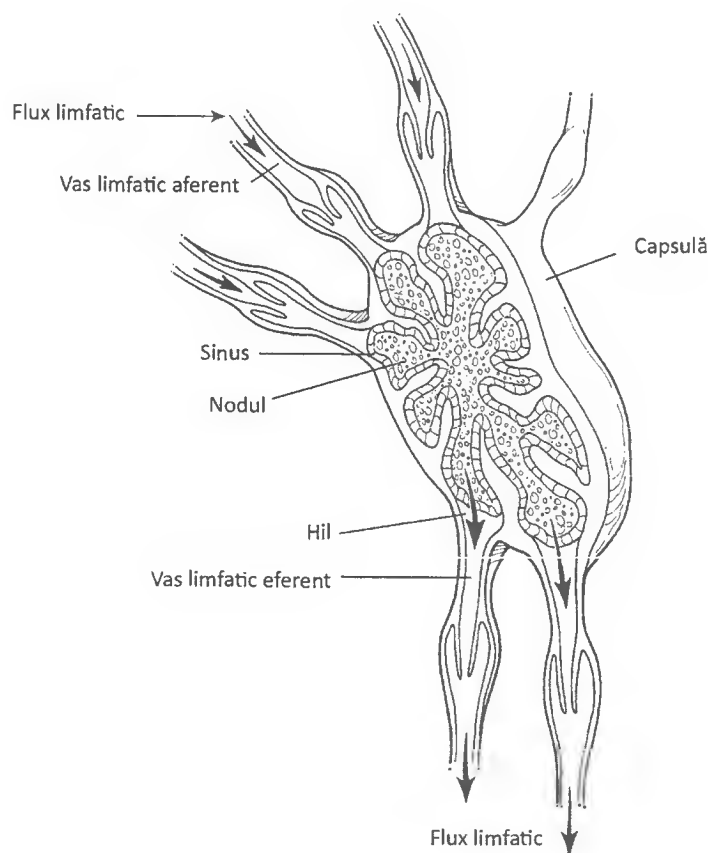
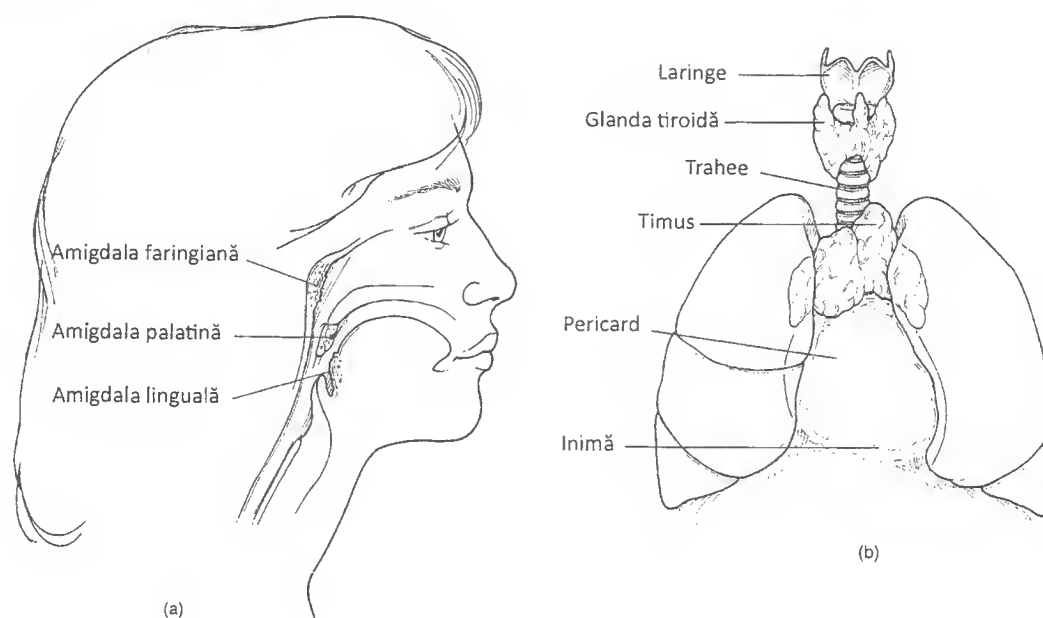


FIGURA 16.3 Structura nodulului limfatic în secțiune transversală. Sunt indicate structurile cele mai importante.

Nodulii limfatici sunt prezenți peste tot în organism. Se găsesc în principal în țesuturile de la nivelul gâtului (noduli limfatici cervicali); la nivel inghinal (noduli limfatici inghinali); în plica cotului (în fosa cubitală); și în spatele genunchiului (în fosa poplitee). Nodulii limfatici se găsesc și în axilă (noduli limfatici axilari) și în mediastin (regiunea toracică dintre cei doi plămâni). Ei se află și de-a lungul marilor vase de sânge din cavitatea abdominală și alte zone ale corpului.

**DE REȚINUT**  
Vasele limfatice aferente aduc limfa în nodulul limfatic. Vasele eferente drenează nodulul limfatic.

**Amigdalele** sunt agregate de țesut limfoid localizate sub epiteliul ce căptușește cavitatea bucală și faringele. Termenul „amigdală” se referă de obicei la **amigdalele palatine**, localizate sub osul palatin. Alte amigdale includ **amigdalele faringiene** (numite și **adenoide**), situate în partea superioară a faringelui (Capitolul 17), și **amigdalele linguale**, care se află în țesutul limbii (Figura 16.4). Aglomerări de țesut limfoid se pot găsi și în peretele tractului intestinal, în special în ileon. Aceste structuri sunt denumite **plăcile lui Peyer**.



**FIGURA 16.4** Structurile sistemului limfatic. (a) Localizarea amigdalelor în faringe. (b) Poziția timusului în porțiunea superioară a toracelui.

## TIMUSUL

Datorită structurii sale, **timusul** este considerat un organ al sistemului limfatic. Timusul este localizat în porțiunea superioară a toracelui, în mediastin, între plămâni și dorsal față de stern. În timpul dezvoltării fetale, timusul este un organ relativ mare, bilobat. După vârsta de un an, timusul începe să se atrofieze, iar la sfârșitul pubertății devine un organ foarte mic.

Timusul este împărțit în lobuli, care conțin celule de suport și limfocite T, numite astfel deoarece limfocitele T primitive sunt modificate în acest organ și se transformă în

limfocite T mature. Majoritatea limfocitelor T migrează în nodulii limfatici. Structura timusului este similară cu cea a splinei și a nodulilor limfatici, fiind format din numeroși lobuli și elemente limfoide situate în corticală și medulară.

Timusul este considerat o glandă, deoarece produce și secretă hormoni numiți timozine (Capitolul 13). Acești hormoni contribuie la maturarea limfocitelor T.

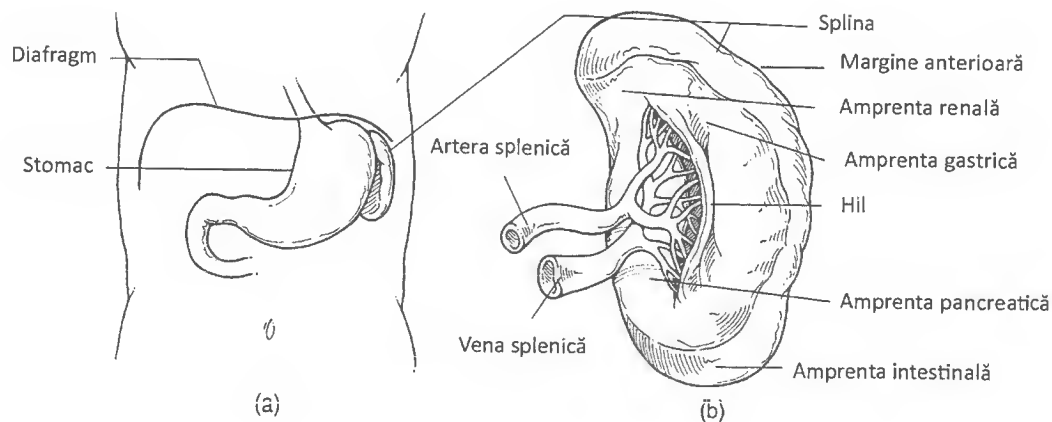
## SPLINA

**Splina** este un organ limfoid, deoarece funcțiile sale sunt similare cu cele ale sistemului limfatic, ea conținând celule limfoide. Splina este localizată subdiafragmatic, în porțiunea superioară stângă a cavității abdominale.

Forma splinei este determinată de structurile cu care intră în contact. Splina este convexă la contactul ei cu diafragma și concavă în trei zone: la contactul cu rinichiul stâng, stomacul și intestinul gros. Aria în care vasele mari intră și ies din splină se numește **hil**.

Ca și nodulii limfatici, splina este delimitată de o capsulă de țesut conjunctiv, care se extinde spre interior și divide organul în numeroase regiuni mai mici, numite lobuli, alcătuiți din celule și vase sanguine mici. Limfocitele sunt dispuse dens în cortex și mai puțin dens în medulară. Sângele intră în splină prin intermediul **arterei splenice** (Figura 16.5).

**DE REȚINUT**  
Componentele eritrocitelor îmbătrânite sunt reciclate în splină și ficat.



**FIGURA 16.5** Detaliile splinei. (a) Splina este situată în partea superioară stângă a cavității abdominale. (b) Câteva elemente anatomice ale splinei.

Splina are câteva funcții importante: este un rezervor de limfocite pentru organism, filtrează sângele, este importantă pentru metabolismul globulelor roșii și al fierului (macrofagele splenice fagocitează globulele roșii îmbătrânite sau distruse), reciclează fierul și îl trimite la ficat, servește drept depozit de sânge și conține limfocite B și T pentru răspunsul imun.

## LIMFA

Fluidul vehiculat prin vasele limfatice se numește **limfă**. Limfa derivă din sânge. Este alcătuită din fluidul ce trece forțat prin pereții semipermeabili ai capilarelor, sub acțiunea presiunii exercitate de inimă. Fluidul care se acumulează în spațiile tisulare conține substanțe eliberate de celule. Proteinele din acest fluid sunt în general incapabile să treacă înapoi în capilare, și rămân în concentrație crescută în limfă. În plus, nici microorganismele prezente nu vor putea trece cu ușurință în capilare, rămânând astfel în limfă.

Fluidul tisular care intră într-un vas limfatic învecinat constituie limfa. Limfa trece prin nodulii limfatici, iar limfocitele și monocitele pătrund în limfă la acest nivel. Acest amestec de fluid și celule filtrate se va reîntoarce în circulație.

La nivelul tractului gastrointestinal, limfa are consistență lăptoasă. Când grăsimile sunt digerate în sistemul digestiv (Capitolul 18), produșii rezultați sunt acizii grași, glicerolul și alte componente. În timp ce alte molecule trec în capilare, grăsimile sunt reconstituite și trec în vasele limfatice ale peretelui intestinal. Aceste vase limfatice sunt denumite **capilare limfatice**. Datorită compoziției bogate în lipide (grăsimi) și deoarece acestea au o consistență lăptoasă, și limfa va avea un aspect lăptos.

O acumulare a lichidului interstițial în spațiile intercelulare se numește **edem**. Edemul apare dacă vasele limfatice sunt blocate, de exemplu într-o infecție. Edemul apare și dacă mișcarea sângelui în vene este încetinită sau dacă sângele se acumulează în vene. Trecerea proteinelor în spațiile intercelulare, așa cum se întâmplă în timpul inflamației, este o altă cauză posibilă a edemului. Proteinele atrag apa din vase prin osmoză, iar apa contribuie la tumefiere. Tumefierea va dispărea pe măsură ce lichidul interstițial acumulat este drenat de limfă.

## SISTEMUL IMUN

Sistemul imun asigură rezistența specifică a organismului în timpul bolilor. Este alcătuit dintr-o serie de celule, factori chimici și procese în care limfocitele răspund și elimină agenții străini sau substanțele denumite antigene. Eliminarea se face prin distrugerea antigenelor, frecvent însoțită de apariția unor molecule proteice specializate, numite anticorpi.

## DEZVOLTAREA SISTEMULUI IMUN

Sistemul imun se dezvoltă în timpul lunii a treia după concepție. În această perioadă a dezvoltării fetale, în măduva osoasă apar celule primitive numite **celule stem** (Capitolul 14). Anumite celule stem formează precursorii sistemului imun, numiți **celule limfopoetice**.

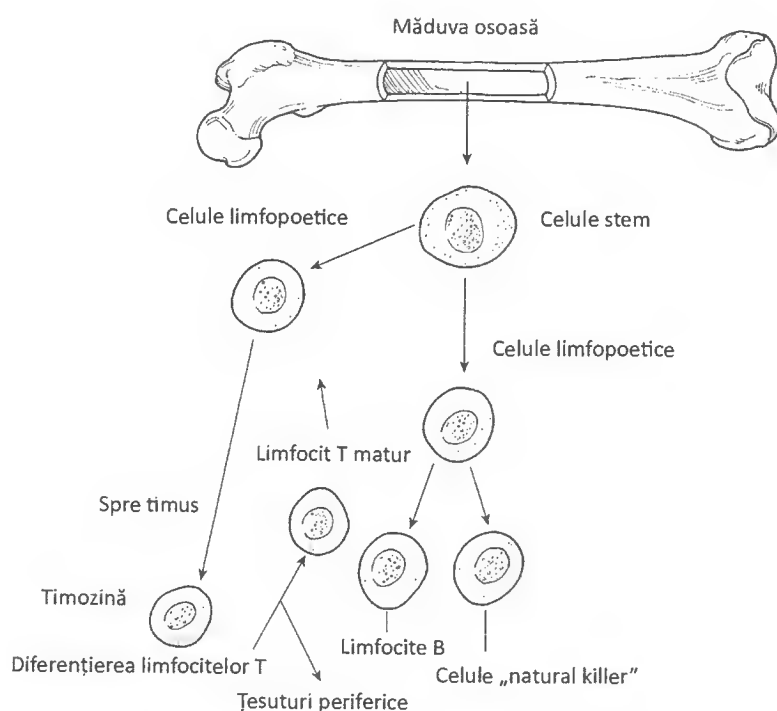
Celulele limfopoetice urmează una dintre cele două posibilități de dezvoltare. Anumite celule limfopoetice trec prin timus, unde sunt maturate și formează limfocitele T sau celulele T (inițiala „T” provine de la timus). În cursul procesului de maturare limfocitele achiziționează (primesc) pe suprafața lor molecule de receptori. Limfocitele T

migrează în circulație și se acumulează în țesuturi limfoide, precum splina, amigdalele și nodulii limfatici, de unde controlează sistemul imun.

Restul sistemului imun se dezvoltă de asemenea din celulele limfopoetice. Anumite celule devin limfocite B. La embrionii de pui, limfocitele B sunt maturate în bursa lui Fabricius (de aici numele de limfocite B; inițiala „B” provine de la bursă).

Organele umane corespunzătoare bursei lui Fabricius sunt măduva osoasă, ficatul și nodulii limfatici din tractul gastrointestinal (Figura 16.6). În timpul formării, limfocitele B sintetizează anticorpi și îi poziționează pe suprafața membranelor lor celulare. Acești anticorpi vor funcționa mai târziu ca receptori și vor reacționa cu substanțele străine în timpul răspunsului imun.

**DE REȚINUT**  
Limfocitele T controlează sistemul imun, care include și limfocitele B; acestea din urmă sintetizează anticorpi.



**FIGURA 16.6** Originea sistemului imun. Celulele stem (hemocitoblaști) din măduva osoasă dau naștere celulelor limfopoetice, care pot urma două căi. Unele trec prin timus și sunt modificate pentru a forma limfocitele T. Anumite limfocite T mature se întorc în măduva osoasă și participă la reacția imună, însă majoritatea se acumulează în țesuturile periferice. Alte celule limfopoetice sunt modificate pentru a forma limfocitele B și celulele „natural killer”. Limfocitele B migrează și ele în țesuturile periferice, unde se alătură limfocitelor T. Nodulii limfatici și splina sunt principalele depozite de limfocite T și B.

Când sistemul imun devine funcțional, la aproximativ șase luni după naștere, limfocitele B și limfocitele T îndeplinesc un rol central în organizarea și funcționarea sistemului imun. Prin poziția strategică pe care o ocupă la nivelul nodulilor limfatici, dar și în alte organe limfoide, limfocitele T și B vin în contact cu microorganismele care populează sistemele corpului uman.

## ANTIGENELE

Limfocitele B și T pot fi stimulate de molecule specifice, numite **antigene**, care frecvent sunt componentele de suprafață ale microorganismelor. Un antigen este o substanță, de obicei o proteină mare sau un polizaharid, care stimulează sistemul imun. Poate fi parte a unui virus, a flagelului bacterian, a unui spor de mucegai sau o substanță chimică, de exemplu o macromoleculă citoplasmatică. Lista antigenelor este foarte variată și include peste un milion de antigene posibile.

În mod normal, proteinele și polizaharidele proprii ale unei persoane, nu declanșează un răspuns imun, deoarece sunt recunoscute ca **proprii** organismului. Toate celulele organismului prezintă pe suprafață molecule proteice denumite **CMH** (Complex Major de Histocompatibilitate). Acestea sunt unice pentru un individ și sunt recunoscute ca antigene proprii. Există două clase de molecule ale CMH. Moleculele CMH clasa I se găsesc pe suprafața tuturor celulelor organismului, în timp ce moleculele CMH clasa II, se găsesc doar la nivelul celulelor sistemului imun. Înainte de naștere, orice celulă a sistemului imun care ar putea ataca antigenele proprii ale CMH este distrusă. Rămân astfel doar acele celule ale sistemului imun, care sunt capabile să recunoască și să atace antigenele străine organismului, știind să diferențieze antigenele proprii (ale CMH) de orice tip de antigene străine. Astfel, individul devine tolerant la antigenele proprii („self”) și va răspunde doar la antigenele interpretate ca **non proprii** sau „străine”. Blocarea celulelor sensibile la antigenele proprii trebuie să continue toată viața pentru ca toleranța față de structurile proprii să se mențină.

Antigenele pătrund în corp printr-o varietate de porți de intrare, incluzând mici soluții de continuitate (discontinuități) în membrana mucoasei tractului respirator, soluții de continuitate ale pielii, ca de exemplu în cazul unei răni. O astfel de leziune poate fi cauzată de mușcătura unui artropod (țânțar, căpușă, etc.).

## RĂSPUNSUL IMUN

Sistemul imun ajunge la maturitate la un an după naștere și continuă să funcționeze până la moarte. Pentru a iniția procesul imun, organismele sau moleculele străine sunt atacate de celulele fagocitare, care sunt, de exemplu, globulele albe specializate în înglobarea și distrugerea materialelor străine. Cele mai importante celule fagocitare sunt însă **macrofagele**, care sunt celule de talie mare și formă neregulată (Tabelul 16.2).

Macrofagele inițiază răspunsul imun, prin înglobarea și digerarea microorganismelor în procesul de fagocitoză. Ele au pe suprafața lor molecule ale CMH clasa I, ceea ce le identifică drept celule proprii organismului, dar și molecule ale CMH clasa II. Antigenele microorganismelor fagocitate vor fi legate de moleculele CMH clasa II, pentru a fi recunoscute de limfocite și a le stimula să producă anticorpi. Macrofagele pleacă apoi spre vasele limfatice și țesutul limfoid.

TABELUL 16.2 MACROFAGELE DIN DIFERITE ȚESUTURI

Numele macrofagului	Țesutul
Macrofag alveolar	Plămâni
Histiocit	Țesut conjunctiv
Celulă Kupffer	Ficat
Microglie	Țesut nervos
Osteoclast	Os
Celula din peretele sinusoidelor	Splină

Când macrofagul intră în nodulul limfatic, întâlnește un limfocit T, numit **limfocit T helper** (numit de asemenea celulă T4). Când cele două celule se întâlnesc, antigenele străine și antigenele CMH de pe suprafața macrofagului reacționează cu receptorii de pe suprafața limfocitului T helper. Această reacție activează limfocitele T helper, care vor produce și elibera o serie de proteine înalt reactive, numite **limfokine**.

Limfokinele stimulează fie limfocitul B, fie limfocitul T, în funcție de natura antigenului care a inițiat procesul. Prin urmare, în acest punct, sistemul imun se divide în cele două ramuri funcționale principale. O ramură este dominată de limfocitele T, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată celular**. A doua ramură este dominată de limfocitele B, iar imunitatea care se dezvoltă este denumită **imunitate mediată prin anticorpi**.

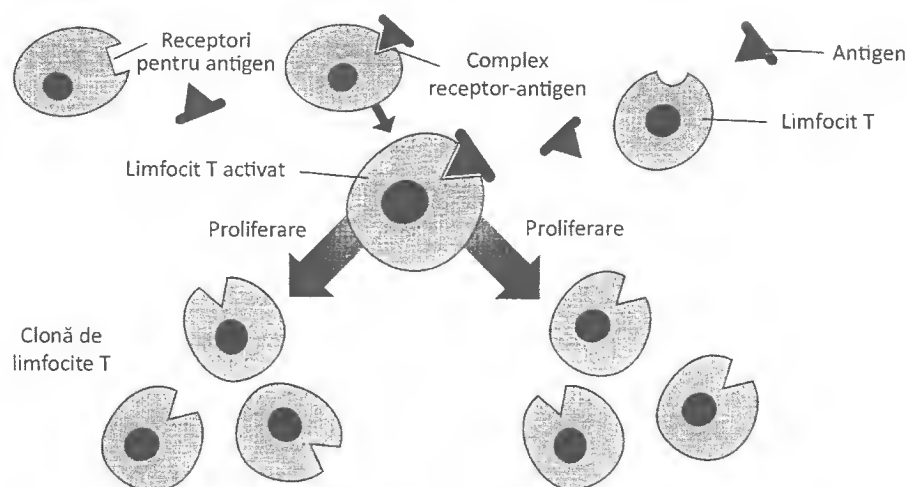
## IMUNITATEA MEDIATĂ CELULAR

**Imunitatea mediată celular (IMC)** este numită astfel deoarece apărarea realizată prin această ramură a sistemului imun implică o interacțiune directă între celulele organismului și microorganismele sau moleculele străine. Limfokinele eliberate de limfocitele T helper încep procesul de IMC prin stimularea multiplicării rapide a altor limfocite T, numite **limfocite T citotoxice**. Limfocitele T citotoxice intră în sistemul circulator și caută celule care au antigene străine (Figura 16.7).

Majoritatea celulelor infectate cu fungi, protozoare, anumite virusuri sau bacterii, pot fi ținte ale limfocitelor T citotoxice. Limfocitul T citotoxic interacționează cu celulele infectate, recunoscând antigenele celulare ale CMH și antigenele străine. Ele recunosc și celulele tumorale, pentru a le putea îndepărta din organism. Apoi atacă și distrug celula, exercitând un „atac letal” asupra ei.

Limfocitele T citotoxice sunt și ele sursa altor limfokine. Secretate la locul unde este situat antigenul, limfokinele atrag noi macrofage la locul infecției, și le stimulează să distrugă microorganismele. Când limfocitele T sunt activate, se multiplică și formează clone. Acest proces este denumit selecție clonală. Când cauza activării limfocitelor T a fost îndepărtată din organism, multiplele clone ale limfocitului original activat rămân în nodulii limfatici și alte țesuturi limfoide. Deoarece nu există doar un limfocit, ci multiple copii ale acestuia, la o nouă întâlnire cu aceleași molecule antigenice, aceste copii vor reacționa rapid pentru a le îndepărta din organism.

**DE REȚINUT**  
Moleculele CMH prezintă antigenele pentru a stimula specific limfocitele T și B în cursul răspunsului imun.



**FIGURA 16.7** Activarea limfocitului T. În imunitatea mediată celular, antigenele reacționează doar cu acele limfocite T care au receptori antigenici complementari. Reacția cu alte limfocite T este exclusă. Odată activat, se dezvoltă un proces complex, cu formarea unei clone de limfocite T citotoxice. Aceste celule ajung la locul infecției și reacționează cu microorganismele.

Un alt limfocit este **celula „natural killer”**. Această celulă atacă microorganisme și celule infectate, dar este mai puțin specializată decât limfocitul T citotoxic. Celulele „natural killer” par să fie un mecanism primar de apărare al organismului împotriva celulelor tumorale.

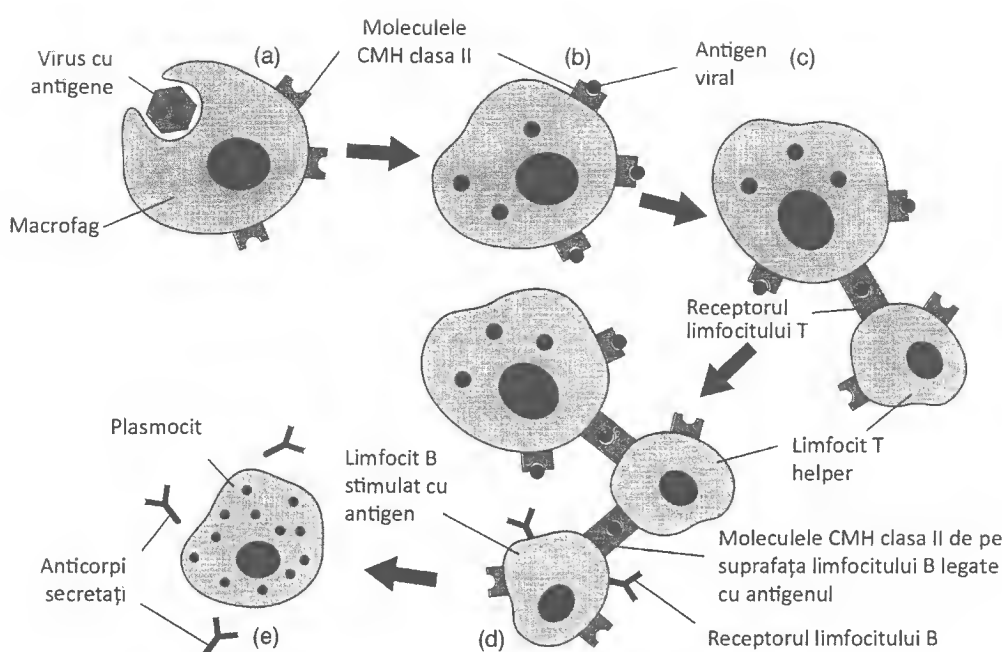
Pentru ca procesul imun să nu fie hiper-reactiv și să distrugă și celule normale ale organismului, alte limfocite T intră în joc. Este vorba despre **limfocitele T supresoare** (cunoscute și sub numele de celule T8). Limfocitele T supresoare scad activitatea limfocitelor T citotoxice și a celulelor „natural killer” și încetinesc procesul imun, pe măsură ce stimulul antigenic diminuează.

## IMUNITATEA MEDIATĂ PRIN ANTICORPI

A doua ramură a sistemului imun, **imunitatea mediată prin anticorpi (IMA)**, depinde de activitatea limfocitelor B. Pe măsură ce macrofagul circulă printre diferitele tipuri de limfocite B, în țesutul limfoid, el poate întâlni un anumit tip de limfocite care prezintă pe suprafață molecule de anticorpi complementare antigenelor sale. Legarea antigenului de moleculele de anticorpi, împreună cu intervenția limfocitelor T helper, activează sau „angajează” limfocitele B (Figura 16.8).

Odată angajate, limfocitele B încep să se dividă și dau naștere unor clone celulare programate să producă **anticorpi**. Moleculele de anticorpi, specifice pentru antigen, sunt eliberate din limfocitele B cu o rată mai mare de 2000 pe secundă. În câteva ore, alte semnale biochimice convertesc multe din limfocitele B în **plasmocite**, un grup de celule care produc activ anticorpi. Antigenele care inițiază aceste activități sunt în primul rând derivate din virusuri și bacterii. Alte substanțe, cum ar fi proteinele din lapte, veninul de albină, molecule din alimente și proteinele vegetale pot, de asemenea, stimula procesul printr-un tip special de reacție imună, numită **alergie**.



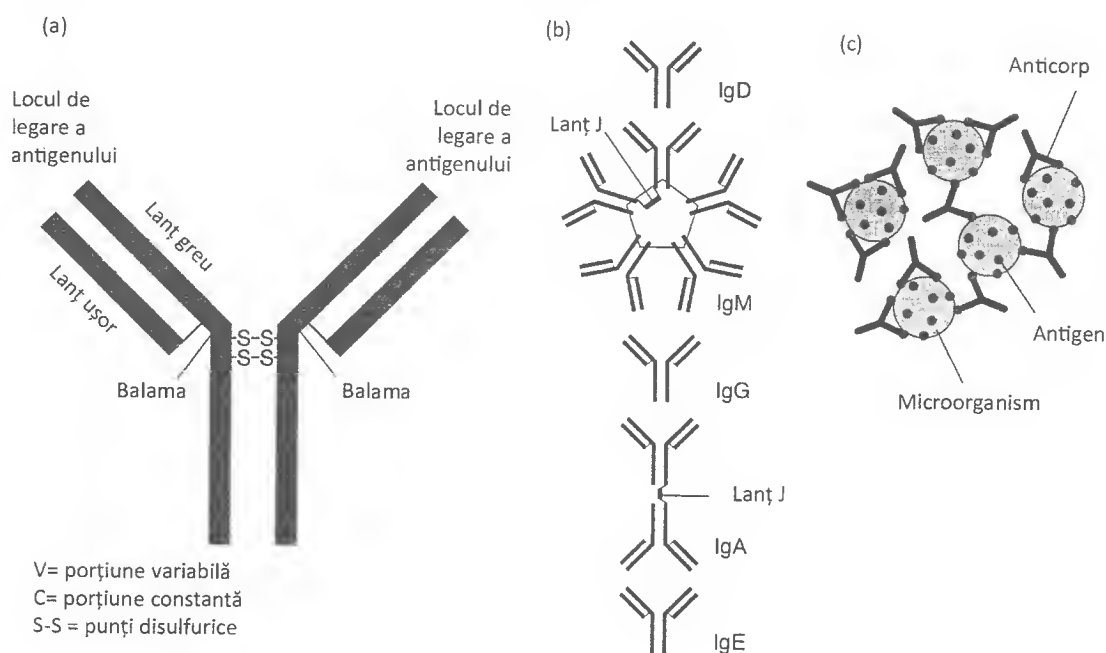


**FIGURA 16.8** Imunitatea mediată prin anticorpi. (a) La locul infecției, un virus este ingerat de un macrofag. (b) Macrofagul prezintă antigenele la suprafață, legate de moleculele CMH, și inițiază răspunsul imun. (c) Un limfocit T helper interacționează cu macrofagul și (d) cu un limfocit B. (e) Reacția activează limfocitul B, și îl transformă în plasmocit. Plasmocitul produce și secretă anticorpi pentru reacția imună.

Moleculele de anticorpi sunt proteine. Anticorpii sunt de cinci tipuri, cunoscuți ca IgG, IgM, IgA, IgD și IgE. Cel mai frecvent anticorp este **IgG**. Este alcătuit din două lanțuri lungi și două lanțuri scurte de aminoacizi (polipeptide). Molecula de anticorp are o zonă în balama, în care lanțurile devin divergente, iar molecula este frecvent descrisă sub forma literei Y (Figura 16.9). Un capăt al moleculei de anticorp, capătul variabil, este înalt specific pentru antigenul care a indus producerea sa. Din acest motiv, anticorpul va interacționa doar cu acesta. Sistemul imun are capacitatea de a produce un milion de tipuri diferite de anticorpi, câte unul pentru fiecare antigen diferit posibil. Astfel, anticorpii din rujeolă vor reacționa numai cu virusul rujeolei, anticorpii din varicelă vor reacționa doar cu virusul varicelei, etc.

Anticorpii circulă și întâlnesc microorganismele ale căror antigene au stimulat producția anticorpilor. Apoi se combină chimic cu moleculele de antigen și neutralizează microorganismele prin diferite mecanisme. De exemplu, unii anticorpi se leagă la suprafața virusurilor și împiedică penetrarea virală în celule, prin acoperirea receptorilor specifici. Alți anticorpi se combină cu antigenele de pe suprafața bacteriilor și leagă bacteriile ca într-o plasă, astfel încât acestea devin ușor de fagocitat. Alți anticorpi formează punți între microorganisme și macrofage pentru a facilita fagocitoza, iar alții inițiază o serie de reacții care distrug membranele microbiene. Reacția antigen-anticorp are de obicei ca finalitate distrugerea microorganismului și recuperarea după boală.

**DE REȚINUT**  
Anticorpii leagă antigenele pentru a le îndepărta din organism.



**FIGURA 16.9** Anticorpii. (a) Structura moleculei de anticorp, cu cele patru lanțuri componente. (b) Structurile celor cinci tipuri diferite de anticorpi. (c) Reacția dintre moleculele de anticorpi și antigenele de pe suprafața microorganismelor. Moleculele de anticorpi leagă microorganismele și favorizează fagocitoza.

Fiind cel mai comun anticorp, IgG este strâns asociat cu rezistența specifică la boală, rezistență care se dezvoltă după ce sistemul imun a fost activat.

Există cinci clase de anticorpi, cunoscuți și sub numele de imonoglobuline: IgG, IgM, IgA, IgD și IgE (Tabelul 16.3). **IgM** este și ea implicată în rezistența la boală. Această moleculă este alcătuită din 20 de lanțuri polipeptidice. Este primul anticorp ce apare în circulație după ce a avut loc infecția și este responsabil pentru prima interacțiune cu antigenele. **IgA** este alcătuită din opt lanțuri polipeptidice. Imunoglobulina interacționează cu microorganismele de pe diferite suprafețe: de-a lungul tracturilor respirator, gastrointestinal, și a altor tracturi care comunică cu mediul extern. **IgD** funcționează ca situs receptor pe limfocitele B, pentru stimularea activării acestora. **IgE** este produsă în timpul reacțiilor alergice. Ambele imunoglobuline, IgD și IgE, conțin patru lanțuri de aminoacizi.

În reacțiile alergice, IgE se fixează pe suprafața bazofilelor și a mastocitelor și facilitează eliberarea histaminei, serotoninei, și a altor substanțe fiziologic active. Aceste substanțe induc contracția musculaturii netede și determină o respirație îngreunată, crampe abdominale, urticarie și alte semne caracteristice ale alergiilor.

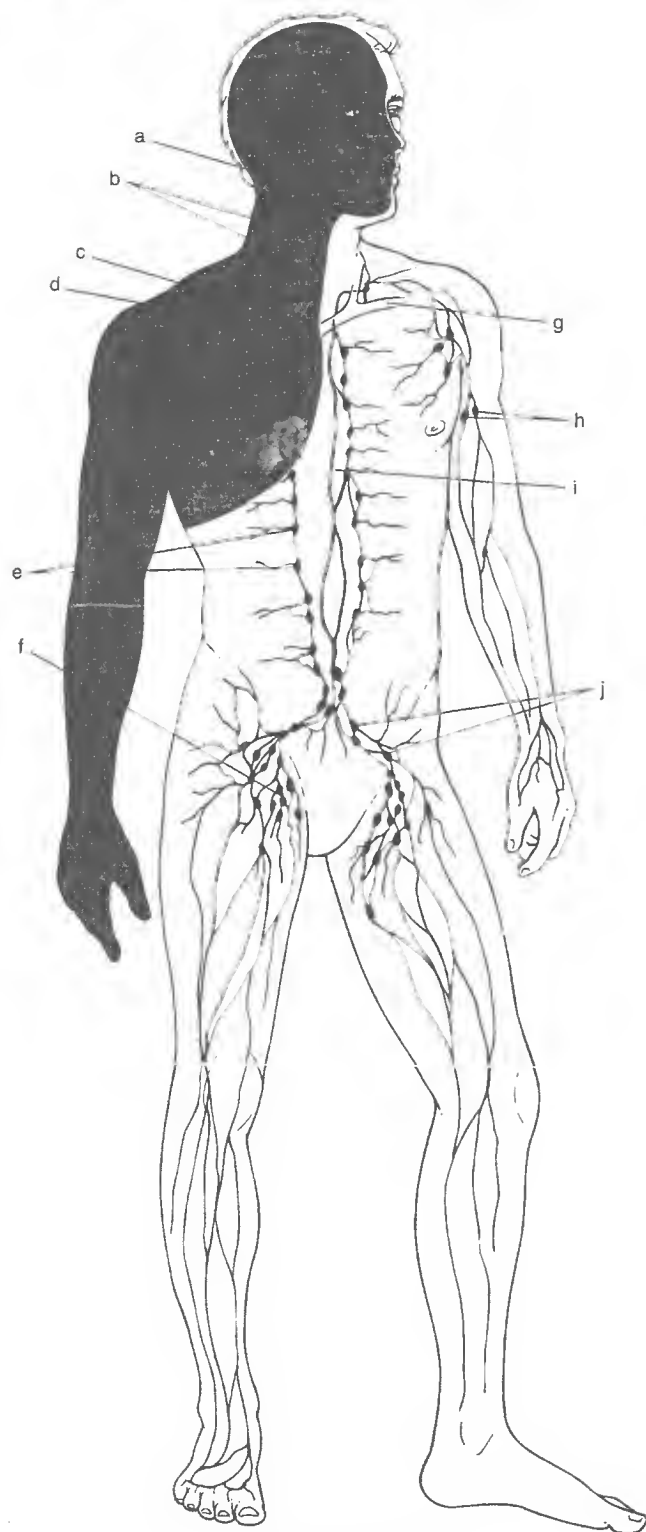
TABELUL 16.3 CARACTERISTICILE CELOR CINCI TIPURI DE ANTICORPI

Numele anticor-pului	Procentul anticor-pului în ser	Localizare în organism	Greutate moleculară (daltoni)	Numărul unităților din cele patru lanțuri	Traver-sează placen-ta	Funcții
IgM	5-10	Sânge, limfă	900,000	5	Nu	Component principal al răspunsului primar
IgG	80	Sânge, limfă	150,000	1	Da	Component principal al răspunsului secundar
IgA	10	Secreții, cavități	400,000	2	Nu	Protecția cavităților
IgD	<1	Sânge, limfă	180,000	1	Nu	Receptor al limfocitului B
IgE	<1	Sânge, limfă	200,000	1	Nu	Rol în reacțiile alergice



## ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

**SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare nodulilor, vaselor limfatice și a venelor asociate.



- \_\_\_ 1. noduli limfatici axilari
- \_\_\_ 2. noduli limfatici cervicali
- \_\_\_ 3. noduli limfatici iliaci
- \_\_\_ 4. noduli limfatici inghinali
- \_\_\_ 5. noduli limfatici intestinali
- \_\_\_ 6. vena subclaviculară stângă
- \_\_\_ 7. ductul limfatic drept
- \_\_\_ 8. vena subclaviculară dreaptă
- \_\_\_ 9. nodul limfatic submandibular
- \_\_\_ 10. ductul toracic

FIGURA 16.10

**SECȚIUNEA B – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.

1. Sistemul limfatic se formează în țesuturi și se extinde spre \_\_\_\_\_.
2. Stratul care căptușește capilarele limfatice, asemănător cu cel din capilarele sanguine, este alcătuit din \_\_\_\_\_.
3. Cel mai mare vas limfatic al organismului este \_\_\_\_\_.
4. Ductul toracic își golește conținutul într-o venă denumită \_\_\_\_\_.
5. Ductul toracic drenează partea stângă a capului și toracelui și întregul corp mai jos de \_\_\_\_\_.
6. Valvele vaselor limfatice acționează într-un mod similar cu valvele \_\_\_\_\_.
7. Limfa este filtrată în mase de țesut numite \_\_\_\_\_.
8. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T și \_\_\_\_\_.
9. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite \_\_\_\_\_.
10. Extensiile capsulei nodulului limfatic intră în nodul și îl separă în mici \_\_\_\_\_.
11. Celulele principale ale nodulilor limfatici sunt susținute de țesut conjunctiv reprezentat de \_\_\_\_\_.
12. Celulele nodulilor limfatici sunt aranjate dens, în porțiunea externă a nodulului limfatic, numită \_\_\_\_\_.
13. Regiunea centrală a nodului limfatic este cunoscută ca \_\_\_\_\_.
14. În procesul răspunsului imun, nodulii limfatici servesc drept locații pentru producerea de \_\_\_\_\_.
15. În țesuturile gâtului, nodulii limfatici sunt denumiți \_\_\_\_\_.
16. Nodulii limfatici localizați în axilă se numesc \_\_\_\_\_.
17. Nodulii limfatici pot fi găsiți în fosa poplitee, care este localizată în spatele \_\_\_\_\_.
18. Agregatele de noduli limfatici localizate în spatele epiteliului ce căptușește cavitatea bucală sunt numite \_\_\_\_\_.
19. Una dintre amigdalele principale este localizată dedesubtul unui os denumit \_\_\_\_\_.
20. Nodulii de țesut limfoid situați în peretele tractului intestinal sunt denumiți \_\_\_\_\_.

### 392 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină

21. Limfocitele T imature sunt modificate și devin limfocite T mature într-un organ numit \_\_\_\_\_.
22. Timusul este localizat în organism în cavitatea numită \_\_\_\_\_.
23. Timusul este relativ mare în timpul dezvoltării \_\_\_\_\_.
24. Splina este localizată în porțiunea superioară a cavității numite \_\_\_\_\_.
25. Zona în care vasele mari de sânge intră și pleacă din splină este numită \_\_\_\_\_.
26. Sângele intră în splină prin intermediul \_\_\_\_\_.
27. Splina este organul în care are loc distrucția \_\_\_\_\_.
28. Limfa este alcătuită dintr-un lichid derivat din \_\_\_\_\_.
29. Limfa conține substanțe incapabile să treacă în capilare, ca de exemplu \_\_\_\_\_.
30. Câteodată limfa are consistență lăptoasă, datorită prezenței \_\_\_\_\_.
31. Vasele limfatice situate de-a lungul peretelui ileal și jejunal sunt denumite \_\_\_\_\_.
32. Acumularea de lichid interstițial în spațiile dintre celule se numește \_\_\_\_\_.
33. Dezvoltarea sistemului imun începe la aproximativ trei luni după \_\_\_\_\_.
34. Limfocitele B sunt numite astfel deoarece sunt formate la embrionii de pui, într-un organ denumit bursa lui \_\_\_\_\_.
35. În timpul formării, limfocitele B achiziționează pe suprafața membranelor un număr de receptori, constând în \_\_\_\_\_.
36. Acele substanțe capabile să stimuleze sistemul imun sunt denumite \_\_\_\_\_.
37. În mod normal, complexul major de histocompatibilitate (CMH) al unei persoane nu stimulează sistemul imun, deoarece antigenele sunt interpretate ca \_\_\_\_\_.
38. Antigenele pot intra în circulație când penetrează pielea datorită mușcăturii unui \_\_\_\_\_.
39. Sistemul imun ajunge la maturitate în câțiva ani de la \_\_\_\_\_.
40. Pentru a iniția un proces imun, organismele străine sunt ingerate de macrofage în cursul unui proces denumit \_\_\_\_\_.
41. Limfocitul T care participă la cele două procese imune principale este \_\_\_\_\_.

42. Procesul imun în care are loc interacțiunea directă dintre celulele organismului și microorganisme este denumit \_\_\_\_\_.
43. Limfocitele T care interacționează direct cu celulele infectate ale organismului sunt \_\_\_\_\_.
44. Substanțele secretate de limfocitele T care atrag macrofagele la locul unei infecții sunt numite \_\_\_\_\_.
45. Limfocitele T care previn hiper-reactivitatea procesului imun sunt numite \_\_\_\_\_.
46. Anticorpul este produs de celulele derivate din limfocitele B, denumite \_\_\_\_\_.
47. Macromolecula ce alcătuiește moleculele de anticorpi este o \_\_\_\_\_.
48. Tipurile de anticorpi includ IgA, IgE, IgM, IgD și \_\_\_\_\_.
49. Reacția dintre molecula de anticorp și cea de antigen se spune că este înalt \_\_\_\_\_.
50. Deoarece lanțurile polipeptidice ale moleculei de anticorp sunt divergente, molecula este frecvent descrisă în forma literei \_\_\_\_\_.

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere:** Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:

1. Sistemul limfatic este alcătuit din următoarele componente, *cu excepția*
  - A. sângelui
  - B. nodulilor limfatici
  - C. vaselor limfatice
  - D. limfei
2. Care din următoarele afirmații privind ductul toracic sunt adevărate?
  - A. drenează întreg organismul deasupra diafragmului
  - B. își golește conținutul în vena subclaviculară stângă
  - C. transportă sânge în sistemul limfatic
  - D. se formează în vasele din creier
3. Capilarele limfatice seamănă cu capilarele sanguine deoarece acestea
  - A. au aceeași permeabilitate ca și capilarele sanguine
  - B. duc la vena cavă
  - C. sunt căptușite de endoteliu
  - D. au pereți groși
4. Lichidul care trece prin vasele limfatice
  - A. curge spre plămâni
  - B. trece din vasele limfatice în artere
  - C. intră în ventriculul stâng al inimii prin ductul toracic drept
  - D. se mișcă într-o singură direcție, spre inimă

5. Limfocitele T și limfocitele B sunt principalele celulele ale
  - A. nodulilor limfatici
  - B. vaselor limfatice
  - C. glandei adrenale
  - D. timusului
6. Următoarele sunt funcții importante ale nodulilor limfatici, *cu excepția*
  - A. servesc ca locuri de producere de anticorpi
  - B. îndepărtează materialul străin fagocitat de macrofage
  - C. sunt locurile unde antigenele stimulează sistemul imun
  - D. au rol în producerea de neutrofile, eozinofile și bazofile
7. Nodulii limfatici pot fi localizați în țesuturile din
  - A. stomac și creier
  - B. regiunea inghinală și gât
  - C. ventricul și atriu
  - D. glanda tiroidă și glanda adrenală
8. Aglomerările de țesut limfoid localizate în peretele tractului intestinal sunt denumite
  - A. nodulii lui Hashimoto
  - B. regiunea Graves
  - C. nodulii DiGeorge
  - D. plăcile Peyer
9. În organismul uman, timusul este situat
  - A. de-a lungul arterei femurale
  - B. în trunchiul cerebral
  - C. în mediastin, în porțiunea superioară a toracelui
  - D. între vertebrele 19 și 20
10. Mișcarea lichidului prin vasele limfatice este asistată de
  - A. presiunea din ventriculul drept
  - B. presiunea mușchilor scheletici, ce se contractă
  - C. mișcarea fagocitelor, ca de exemplu macrofagele
  - D. mișcarea globulelor roșii
11. Timusul este vizibil și are dimensiunea cea mai mare
  - A. în adolescență
  - B. la adult
  - C. la copil
  - D. în stadiul fetal
12. Următoarele sunt funcții ale splinei, *cu excepția*
  - A. asigură un sistem de filtrare pentru sânge
  - B. este locul unde globulele roșii sunt distruse
  - C. este un rezervor de sânge
  - D. este locul principal în care se formează leucocitele



13. Care dintre următoarele descrie poziția splinei în organismul uman?
  - A. anterior de diafragm, în partea de jos a cavității toracice
  - B. lateral de coloana vertebrală, de-a lungul peretelui toracic posterior
  - C. în cavitatea pelviană
  - D. în porțiunea superioară stângă a cavității abdominale
14. Care dintre următoarele elemente nu se găsesc în limfă?
  - A. globule roșii
  - B. molecule proteice
  - C. microorganisme
  - D. macrofage
15. Vasele limfatice bogate în grăsimi
  - A. se găsesc doar în creier
  - B. sunt cunoscute sub numele de capilare limfatice
  - C. intră în atriul stâng al inimii
  - D. se găsesc doar în splină
16. Toate limfocitele sistemului imun se formează din
  - A. celule ale nodului sinoatrial
  - B. celule primitive din măduva osoasă
  - C. celule primitive din timus
  - D. celule localizate în principal în puntea trunchiului cerebral
17. Limfocitele T sunt denumite astfel deoarece ele devin mature în
  - A. glanda tiroidă
  - B. țesuturile toracice
  - C. țesuturi stimulate de nervul trigemen
  - D. timus
18. În timpul dezvoltării fetale, sistemul imun elimină limfocitele care prezintă anti-corpi împotriva antigenelor proprii, cunoscute și sub numele de
  - A. limfokine
  - B. timozine
  - C. moleculele ale CMH
  - D. imunoglobuline
19. Antigenele au următoarele caracteristici, *cu excepția*
  - A. pot fi substanțe celulare, de exemplu macromolecule
  - B. pot fi alcătuite din proteine sau polizaharide
  - C. lista antigenelor este foarte limitată
  - D. stimulează sistemul imun
20. Celulele care declanșează răspunsul imun, sunt celule fagocitare denumite
  - A. eozinofile
  - B. macrofage
  - C. plasmocite
  - D. antigene

21. Activitatea limfocitelor T stimulează
  - A. producerea de anticorpi de către plasmocite
  - B. eliberarea antigenelor de către bacterii
  - C. imunitatea mediată celular
  - D. reacția dintre moleculele de antigen și anticorpi
22. Limfokinele secretate de limfocitele T citotoxice intensifică activitatea
  - A. globulelor roșii
  - B. neuronilor
  - C. macrofagelor
  - D. limfocitelor B
23. După ce reacționează cu moleculele de antigen, limfocitele B
  - A. părăsesc țesutul limfoid și se deplasează spre locul unde sunt situate antigenele
  - B. se transformă în globule roșii pentru a secreta toxine
  - C. se transformă în macrofage pentru a putea fagocita
  - D. se transformă în plasmocite pentru a secreta anticorpi
24. Care dintre următoarele afirmații privind moleculele de anticorpi este falsă?
  - A. există cinci tipuri diferite de molecule de anticorpi
  - B. toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din polizaharide
  - C. o moleculă de anticorp este adesea descrisă în formă de Y
  - D. un capăt al unui anticorp este înalt specific pentru legarea antigenului
25. Moleculele de anticorpi neutralizează microorganismele prin următoarele modalități, *cu excepția*
  - A. leagă bacteriile ca într-o plasă
  - B. favorizează fagocitoza microorganismelor
  - C. pun în mișcare o serie de reacții, care distrug membranele microbiene
  - D. deprivează microorganismele de oxigenul necesar metabolismului lor

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals:** La următoarele enunțuri marcați cu litera „A” afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.

1. Țesutul care căpтуșește capilarele limfatice este alcătuit din mușchi neted.
2. Cel mai mare vas limfatic din organism este vena cavă.
3. Înainte de a-și elibera conținutul în sistemul cardiovascular, ductul limfatic drept se unește cu vena subclaviculară dreaptă.
4. Sistemul limfatic transportă fluide unidirecțional.
5. Cele două tipuri principale de celule din nodulii limfatici sunt limfocitele T și limfocitele P.
6. Vasele limfatice care intră în nodulii limfatici sunt denumite vase limfatice eferente.

7. În nodulul limfatic, limfocitele sunt dispuse dens în porțiunea externă a nodulului, denumită medulară.
8. Nodulii limfatici reprezintă locul unde se produc antigene în organism.
9. Nodulii limfatici inghinali sunt localizați la nivelul gâtului.
10. Țesutul limfoid situat în peretele tractului intestinal poartă denumirea de amigdale palatine.
11. Timusul este organul în care se produc limfocitele B.
12. Splina este localizată în porțiunea superioară a cavității abdominale supradiafragmatic.
13. Lichidul derivat din sânge care circulă prin vasele limfatice este denumit limfă.
14. Câteodată limfa are o consistență lăptoasă datorită prezenței proteinelor.
15. Acumularea de lichid interstițial în spațiile dintre celule determină o condiție denumită edem.
16. Sistemul imun începe să se dezvolte în timpul lunii a treia, după naștere.
17. Locusurile receptorilor situați pe membrana limfocitului B sunt molecule de antigene.
18. O moleculă de antigen este de obicei o proteină mare sau o moleculă de acid nucleic.
19. Antigenele sunt molecule chimice interpretate de organism ca fiind proprii.
20. Procesul imun începe cu fagocitoza organismelor străine, de către celule precum limfocitele.
21. Imunitatea realizată de către limfocitele T este denumită imunitate mediată celular.
22. După stimularea antigenică, limfocitele B devin celule fagocitare, care sunt responsabile pentru producția de anticorpi.
23. Pentru a împiedica procesul imun să devină hiper-reactiv, organismul folosește limfocitele T helper, să încetinească procesul.
24. Toate moleculele de anticorpi sunt alcătuite din carbohidrați.
25. Sistemul imun are capacitatea de a produce o duzină de tipuri diferite de anticorpi.

### SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Lola prezintă o umflătură pe partea posterioară a gâtului. Ea spune că a găsit o căpușă agățată în păr, deasupra locului respectiv, cu o săptămână în urmă. Căpușele injectează atunci când mușcă, un lichid ce conține substanțe anticoagulante, pentru a le permite să aspire sânge. Ce este umflătura din spatele gâtului Lolei? De ce a apărut mai jos de locul unde a fost găsită căpușa?

## RĂSPUNSURI

### SECȚIUNEA A

Figura 16.10

- |      |       |
|------|-------|
| 1. h | 6. g  |
| 2. b | 7. c  |
| 3. j | 8. d  |
| 4. f | 9. a  |
| 5. e | 10. i |

### SECȚIUNEA B – Completare

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. inimă                       | 26. arterei splenice                |
| 2. endoteliu                   | 27. eritrocitelor/ globulelor roșii |
| 3. ductul toracic              | 28. lichidul interstițial           |
| 4. vena subclaviculară stângă  | 29. proteinele                      |
| 5. diafragm                    | 30. grăsimilor                      |
| 6. venelor                     | 31. capilare limfatice              |
| 7. noduli limfatici            | 32. edem                            |
| 8. limfocitele B               | 33. concepție                       |
| 9. vase limfatice aferente     | 34. Fabricius                       |
| 10. lobuli                     | 35. anticorpi                       |
| 11. fibrele reticulare         | 36. antigene                        |
| 12. cortex/corticală           | 37. proprii                         |
| 13. medulară                   | 38. artropod                        |
| 14. anticorpi                  | 39. naștere                         |
| 15. noduli limfatici cervicali | 40. fagocitoză                      |
| 16. noduli limfatici axilari   | 41. limfocitul T helper             |
| 17. genunchiului               | 42. imunitatea mediată celular      |
| 18. amigdale                   | 43. limfocitele T citotoxice        |
| 19. palatin                    | 44. limfokine                       |
| 20. plăcile Peyer              | 45. limfocite T supresoare          |
| 21. timus                      | 46. plasmocite                      |
| 22. cavitate toracică          | 47. proteină                        |
| 23. fetale                     | 48. IgG                             |
| 24. cavitate abdominală        | 49. specifică                       |
| 25. hil                        | 50. Y                               |

**SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspunsuri la alegere**

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. D  | 11. D | 16. B | 21. C |
| 2. B | 7. B  | 12. D | 17. D | 22. C |
| 3. C | 8. D  | 13. D | 18. C | 23. D |
| 4. D | 9. C  | 14. A | 19. C | 24. B |
| 5. A | 10. B | 15. B | 20. B | 25. D |

**SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. endoteliu         | 14. grăsimilor          |
| 2. ductul toracic    | 15. A                   |
| 3. A                 | 16. concepție           |
| 4. A                 | 17. anticorpi           |
| 5. limfocitele B     | 18. polizaharid         |
| 6. aferente          | 19. străine/non-proprii |
| 7. cortex/ corticală | 20. macrofagele         |
| 8. anticorpi         | 21. A                   |
| 9. cervicali         | 22. plasmocitare        |
| 10. plăci Peyer      | 23. supresoare          |
| 11. limfocitele T    | 24. proteine            |
| 12. subdiafragmatic  | 25. un milion           |
| 13. A                |                         |

**SECȚIUNEA E – Studiu de caz**

Tumefierea din regiunea posterioară a gâtului Lolei este un nodul limfatic cervical mărit, unde limfocitele reacționează la prezența căpușei și la fluidele injectate de aceasta în momentul în care se hrănește cu sânge. Lichidul limfatic se drenează spre torace, așadar nodulul limfatic mărit, situat sub locul mușcăturii de căpușă, se află pe traseul curgerii limfei.

400 Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină



# Sistemul respirator

## CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă anatomia și fiziologia sistemului respirator. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți structurile anatomice ale sistemului respirator;
- sintetizați funcțiile faringelui și ale laringelui;
- descrieți arborele respirator și să diferențiați diferitele sale părți componente;
- identificați elementele anatomice ale plămânilor, inclusiv vascularizația acestora;
- deosebiți foițele pleurale și să identificați funcțiile acestora;
- caracterizați componentele respirației;
- caracterizați mecanica respiratorie și inter-relația volum/presiune din cavitatea toracică;
- identificați mecanismele de reglare ale respirației;
- rezumați transportul și schimbul de gaze;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

## CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Anatomia sistemului respirator: nas și cavități nazale, faringe, laringe, trahee, bronhii și bronhiole, plămâni
- Respirația: inspirația și expirația
- Volumele respiratorii
- Controlul respirației
- Schimbul de gaze
- Întrebări recapitulative

Sistemul respirator are rol în asigurarea schimbului de oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și mediul extern. Aceste procese sunt denumite împreună respirație. Sistemul circulator transportă oxigen și dioxid de carbon între celulele corpului și sistemul respirator, unde are loc schimbul de gaze. Sistemul respirator conține un sistem de tuburi ramificate care formează căile aeriene, porțiunea de conducere a sistemului respirator. Cele mai mici ramuri ale acestor tuburi se termină în grupuri microscopice de săculeți aerieni numiți **alveole**, care constituie porțiunea respiratorie a sistemului respirator. Căile aeriene care transportă aer în și din alveole includ, în ordine descendentă, cavitățile nazale, faringele, laringele, traheea, bronhiile și bronhiiolele (Figura 17.1). Alveolele, bronhiile și bronhiiolele sunt organizate în doi plămâni pereche, înconjurați de o membrană dublu stratificată (cu 2 foițe). Schimbul de gaze are loc în alveole, care asigură o suprafață mare de schimb. Acești săculeți sunt formați din membrane subțiri, acoperite de rețeaua capilară extinsă a circulației pulmonare. Sângele bogat în dioxid de carbon și sărac în oxigen pătrunde în plămâni din arterele pulmonare. Sângele care părăsește plămânii prin venele pulmonare are o concentrație scăzută în dioxid de carbon și bogată în oxigen. Schimbul de gaze are loc prin difuziune, rezultatul acestui proces fiind schimbul dioxidului de carbon din sânge cu oxigenul din alveole.

## ANATOMIA SISTEMULUI RESPIRATOR

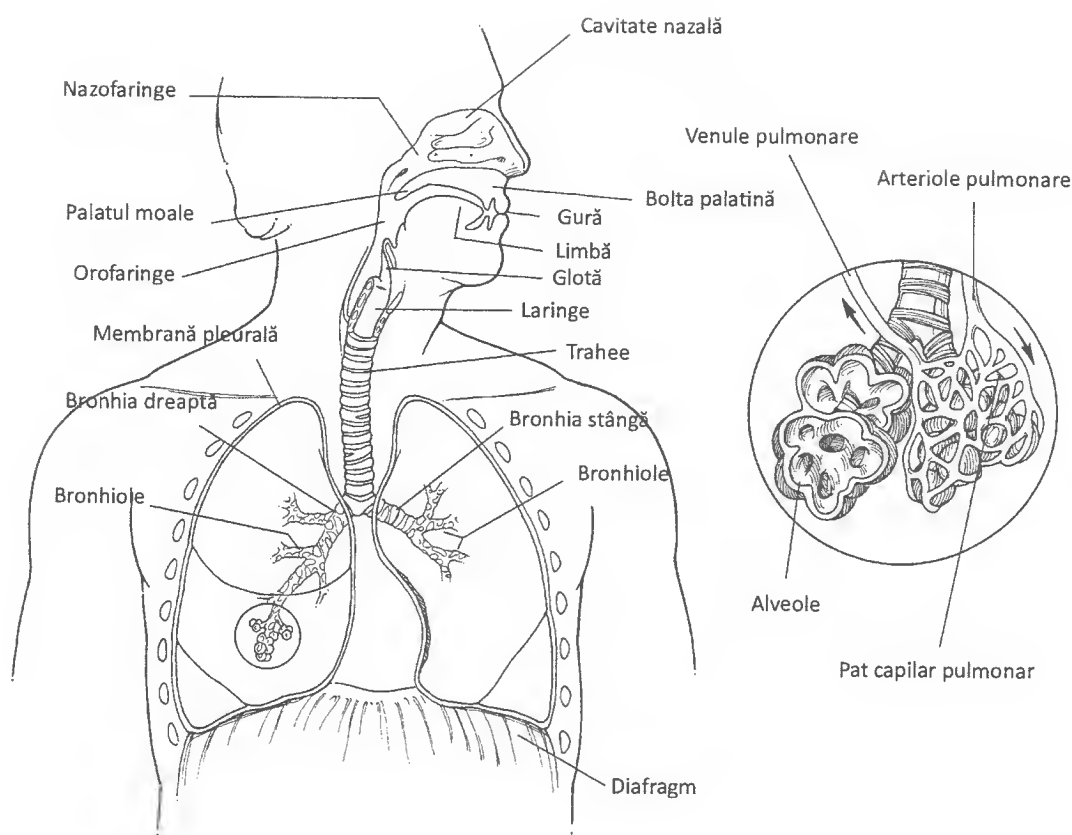
Sistemul respirator este alcătuit din numeroase organe, având funcția de a transporta aerul în și din plămâni.

### NASUL ȘI CAVITĂȚILE NAZALE

**Nasul** reprezintă calea normală de intrare a aerului în sistemul respirator. Aerul poate intra în sistem și prin gură, deoarece aceasta se întâlnește cu cavitățile nazale în regiunea posterioară a cavității bucale, numită **faringe**. Faringele este o cale comună atât pentru sistemul respirator, cât și pentru sistemul digestiv. Porțiunea exterioară a nasului este compusă din cartilaj și piele. Porțiunile interne, denumite **cavități nazale**, sunt căptușite cu o mucoasă. Deschiderile cavităților nazale către mediul extern poartă denumirea de **narine externe**, sau **nări**.

**Septul nazal** împarte medial cavitatea nazală. În continuare, aceasta se subdivide și formează căile aeriene prin intermediul unor extensii osoase, cunoscute sub numele de **cornete nazale** superioare, mijlocii și inferioare (Figura 17.2). În cavitățile nazale se deschid o serie de spații goale, numite **sinusuri**, care se extind spre osul frontal, sfenoid, etmoid și maxilar. Cornetele și sinusurile sunt porțiuni în care aerul este încălzit și viteza sa este încetinită, pentru a permite particulelor să precipite și să apară senzațiile olfactive. Mucoasa sinusurilor este în continuitate cu mucoasa cavității nazale.



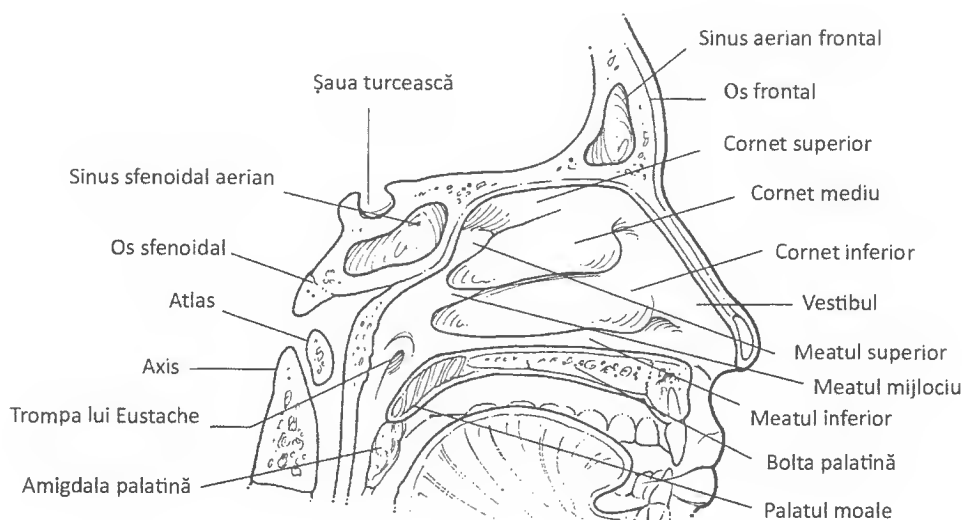


**FIGURA 17.1** Organele și structurile sistemului respirator uman așa cum sunt poziționate în cavitatea toracică. O secțiune prin plămân este mărită pentru a prezenta detaliile mai multor alveole, săculeți microscopici aerieni utilizați în schimbul de gaze.

Cavitatea nazală este asociată și cu simțul mirosului, cunoscut sub numele de simț olfactiv (Capitolul 12). O parte a mucoasei nazale de la nivelul peretelui superior al cavităților nazale formează **regiunea olfactivă**. Celulele din această regiune detectează diverse tipuri de molecule și trimit impulsuri către creier prin nervii olfactivi. Creierul interpretează aceste impulsuri ca mirosuri.

Nasul este adaptat pentru încălzirea, umidificarea și filtrarea aerului. Vasele de sânge de la nivelul mucoasei nazale încălzesc aerul rece. Mucusul secretat de mucoasa nazală adaugă umiditate aerului uscat, în timp ce captează particulele fine de praf și microorganisme. Celulele ciliate ale mucoasei transportă apoi mucusul contaminat în gât, unde este înghițit.

Inflamația membranelor mucoase se numește **rinită**. Inflamațiile de natură alergică ce apar în fosele nazale poartă numele de **rinite alergice**. Factori precum polenul, penelile, acarienii și părul de animale pot provoca aceste afecțiuni. O formă de rinită alergică cauzată de polen este cunoscută sub numele de febra fânului.



**FIGURA 17.2** Structurile nasului uman, după îndepărtarea septului nazal. Se pot observa cornetele și sinusurile osului frontal și ale sfenoidului. Este ilustrată de asemenea și deschiderea trompei lui Eustache.

## FARINGELE

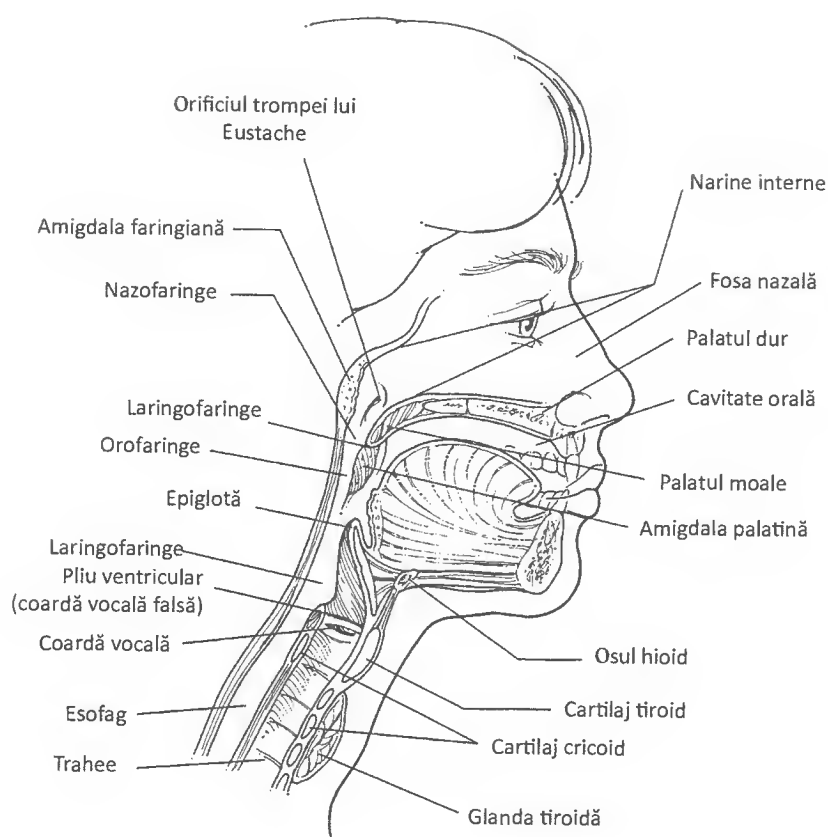
**Faringele** este cunoscut și sub denumirea de **gâtleej**. Este o regiune ce se extinde de la nivelul cavităților nazale până la nivelul laringelui. Porțiunea faringelui aflată imediat posterior de cavitățile nazale și deasupra vâului palatin este denumită **nazofaringe**. Inferior de nazofaringe se află **orofaringele**, unde se întâlnesc căile digestive și căile respiratorii în partea posterioară a cavității bucale. Urmează apoi **laringofaringele**, care se află deasupra laringelui.

Două structuri numite **trompele lui Eustache** pornesc de la urechea medie și se deschid în pereții laterali ai nazofaringelui. Trompele lui Eustache au rolul de a egaliza presiunea aerului între nazofaringe și urechea medie. Infecțiile urechii medii sunt cauzate, de multe ori, de microorganismele care pătrund în trompa lui Eustache din nazofaringe.

Pe peretele posterior al nazofaringelui, în regiunea medială, se află o masă de țesut limfatic numită **amigdală faringiană** (Figura 17.3). Amigdală protejează sistemul respirator, prin producerea de limfocite adecvate, care induc imunitate față de agenții infecțioși captați din aer (Capitolul 16). Când este tumefiată, aceasta poartă denumirea de **vegetații adenoide**. Vegetațiile adenoide pot împiedica trecerea aerului. Masele ovale de țesut limfatic situate pe partea laterală a faringelui, din spatele gurii, sunt numite **amigdale palatine**. Funcția lor este similară cu cea a amigdalelor faringiene. **Amigdalita** este o inflamație a amigdalelor palatine.

Faringele este o cale de trecere comună pentru sistemul digestiv și respirator. La capătul său distal, faringele se ramifică în două tuburi: esofagul, care se continuă cu stomacul, și laringele, care se continuă cu plămânii.

**DE REȚINUT**  
Posterior față de  
cavitatea nazală se află  
nazofaringele. Posterior  
de cavitatea bucală  
este situat orofaringele.  
Inferior orofaringelui și  
superior laringelui este  
laringofaringele.



**FIGURA 17.3** Secțiune sagitală la nivelul capului și gâtului ce prezintă organele tractului respirator în raport cu alte organe din această regiune. Observați structurile nasului, ale palatului moale și ale palatului dur, și cele trei regiuni ale faringelui. Este indicată poziția esofagului față de trahee. Amigdalele sunt ilustrate în poziția lor anatomică.

## LARINGELE

**Laringele** este o structură cartilaginoasă ce unește faringele și traheea la nivelul vertebrelor cervicale. Acesta este compus din țesut conjunctiv care conține nouă structuri cartilaginoase aranjate în mod similar unei cutii. Cel mai mare cartilaj este **cartilajul tiroid**, cunoscut și sub numele de „mărul lui Adam”. Cartilajul tiroid este vizibil în partea ventrală a gâtului și este mai pronunțat la bărbați decât la femei.

Un alt cartilaj important este **cartilajul cricoid**, care seamănă cu un inel cu pecete și leagă laringele și traheea. Un al treilea cartilaj este **cartilajul epiglotic**, sau **epiglota**, un „capac” în formă de frunză, situat la intrarea în laringe. Funcția epiglotei este de a opri trecerea alimentelor sau a lichidelor din esofag în tractul respirator. Deschiderea laringelui este denumită **glotă**.

Laringele este o cale de trecere pentru aer, având, de asemenea, funcția de a produce sunetele (Tabelul 17.1). Din pereții laterali ai laringelui se formează două seturi de fal-duri (cute) membranoase groase. Aceste cute de țesut sunt denumite **corzi vocale**. Când aerul este expirat din plămâni, corzile vocale vibrează și produc sunete, care pot fi trans-

formate în cuvinte de către mușchii gâtului, buze, limbă și obraji. Lungimea corzilor vocale determină **tonalitatea**. Femeile și copiii au corzile vocale mai scurte, așadar ei au voci cu o tonalitate mai ridicată.

TABEL 17.1 ORGANELE SISTEMULUI RESPIRATOR UMAN

Structură	Descriere	Funcții
<b>Cavitatea nazală</b>	Spațiu gol în interiorul nasului	Conduce aerul în faringe; filtre membranoase; mucoase cu rol de încălzire și umidificare a aerului
<b>Sinusurile</b>	Spații goale situate în oasele craniului	Reduc greutatea craniului; servesc drept camere de rezonanță; spații de condiționare a aerului
<b>Laringele</b>	Extindere în partea superioară a traheei	Cale de trecere pentru aer; adăpostește corzile vocale
<b>Traheea</b>	Tub care leagă laringele de arborele bronșic	Cale de trecere a aerului, tapetată de mucoasă; filtrează aerul
<b>Arborele bronșic</b>	Căi ramificate de la trahee la alveole	Conduc aerul de la trahee la alveole; tapetate de mucoasă ce filtrează aerul
<b>Plămânii</b>	Organe moi, în formă de con, ce ocupă cea mai mare parte a cavității toracice	Cuprind căile aeriene, alveolele, vasele de sânge și alte țesuturi ale tractului respirator inferior; schimbul de gaze în alveole

## TRAHEEA, BRONHIILE ȘI BRONHIIOLELE

Laringele se continuă cu un tub semirigid numit **trahee**. Traheea are o lungime de aproximativ 10-12 centimetri și este situată la nivelul liniei mediane a gâtului. Ea este susținută și menținută deschisă prin intermediul unor inele cartilaginoase în forma literei „C”, așezate unul peste celălalt, și deschise în porțiunea posterioară. Zona dintre cartilajele adiacente și cea dintre capetele inelelor cartilajelor conține țesut conjunctiv și țesut muscular neted. Traheea asigură o cale de intrare și ieșire a aerului. Celulele ciliate care căptușesc traheea filtrează aerul înainte ca acesta să intre în bronhii și împinge particulele captate (prinse) în mucus spre faringe, pentru a fi înghițite. Traheea se ramifică în două **bronhii primare**, care au aceeași structură ca a traheei. Bronhia dreaptă este mai mare și are o poziție mai verticală comparativ cu bronhia stângă (Figura 17.4).

Bronhiile devin din ce în ce mai mici pe măsură ce pătrund în plămâni, diametrul lor fiind redus în cele din urmă până la aproximativ un milimetru. La acest nivel nu mai există cartilaj în bronhii, ele devenind **bronhiole**. Peretele bronhiolelor este alcătuit din mușchi netezi, susținuți de țesut conjunctiv. Ele continuă să se ramifice până când se formează cele mai mici pasaje de aer, numite **bronhiole terminale**. Ramificarea traheei, bronhiilor și a bronhiolelor dă naștere în plămâni unor căi de transport ramificate, numite **arbore bronșic**. Bronhiiolele terminale se extind în alveole.

Inflamația arborelui bronșic poartă denumirea de **bronșită**. O altă afecțiune a arborelui bronșic este **astmul**. Astmul se caracterizează prin episoade periodice de respirație îngreunată și șuierătoare (wheezing). Este cauzat de spasmul mușchilor netezi, provocat de obicei de către alergeni din mediul înconjurător.